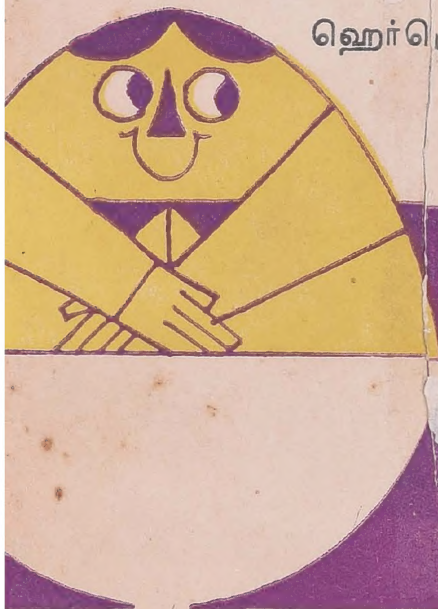


தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட்
ஆதரவில் பதிப்பிக்கப்பெற்றது

விலை 1-40

இயந்திர இயல் விந்தைகள்

ஹெர்பெர்ட் மெக்கே





இயந்திர இயல் விந்தைகள்

ஆசிரியர் :

ஹெர்பெர்ட் மெக்கே

தமிழாக்கம் :

எஸ். சங்கரன்

ராதா பதிப்பகம்

தியாகராய நகர் சென்னை-17

TAMIL
First Edition - 3000 Copies
March 1966

IYANTHIRA IYAL VINDHAIGAL
Published English book "Fun with Mechanics"
by Herbert McKay
Published by Oxford University Press

Translator : S. Sankaran

Price Rs. 1-40

Published under the auspices of the Southern Languages Book Trust, Madras. The Trust is helped by the Government of India, the South Indian State Government & and Universities and the Ford Foundation.

Third Programme - Tamil - Number Sixteen

Translation right into Tamil for this edition is assigned to RADHA PATHIPPAGAM, Madras-17.

Printed at Bharatham Press, Madras - 17.



அணிந்துரை

தென்மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட் வெளியிடும் புதிய தொடர் நூல்களுக்கு அணிந்துரை எழுத வாய்ப்புக் கிடைத்தமைக்குப் பெரிதும் மகிழ்ச்சியடைகிறேன். குறைந்த விலையில் சிறந்த புத்தகங்களை வெளியிட வேண்டும் என்ற நோக்கத்தின் அடிப்படையில் டிரஸ்ட் கடந்த பத்தாண்டு காலமாக தென்னக மொழிகளில் உயரிய புத்தகங்களை வெளியிட்டுப் பெரும் சேவை செய்து வருகின்றது. இதுகாறும் தமிழில் மட்டும் நூற்று நாற்பதுக்கு மேற்பட்ட புத்தகங்களை டிரஸ்ட் வெளியிட்டுள்ளது போற்றத்தக்க முன்னேற்றமாகும்.

தனிப்பட்ட வெளியீட்டாளர்கள் யாரும், எந்நிலையி லும், சிறிதும் பாதிக்கப்படா வண்ணம் தென்மொழிகள் புத்தக டிரஸ்டின் வெளியீட்டு முறை அமைந்திருப் பது குறிப்பிடத் தக்கதோர் அம்சமாகும். டிரஸ்ட் வெளி யீடுகளில் பெரும்பாலானவை தனிப்பட்ட வெளியீட் டகங்களின் மூலமே வெளியிடப்படுகின்றன.

பிராந்திய மொழிகளில் பல்வேறு வகையான புத்த கங்கள் வெளிவர வேண்டும் என்பது அனைவரும் ஒப்புக் கொள்ளும் விஷயமாகும். பள்ளிகள் அல்லது கல்லூரி மாணவர்களுக்குப் பயன்படக்கூடிய பாடப் புத்தகங் கள் ஒன்றிரண்டு வெளியிட உதவி புரிந்தால் மட்டும் போதாது. மாணவர்களும், மற்றவர்களும் அறிவுத் துறையில் துரித முன்னேற்றம் காணப் பல்வேறு துறை களைப் பற்றி எழுதப்பெற்ற நூல்கள் நிறையத் தேவை. போதிய அளவு ஆங்கில அறிவு இல்லாதவர்கள்—நம்

மொழிகளிலொன்றில் போதிய பயிற்சியுடையவர்களுக் கேற்பப் பொருத்தமான நூல்களை தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட் தொடர்ந்து வெளியிட்டு வருகின்றது. அறிவுத் துறைகளின் ஒவ்வொரு பகுதியின் அடிப் படைக் கோட்பாடுகளை நன்கு புரிந்து கொள்ளக் கூடிய முறையில், கல்லூரி மாணவர்கட்குப் பெரிதும் உதவும் வகையில், டிரஸ்டின் புத்தகங்கள் அமைந்துள் ளன. இந் நோக்கத்தின் அடிப்படையில் அனுபவ முதிர்ச்சி பெற்ற பேராசிரியர்களைக் கொண்டு புத்த கங்கள் எழுதப்படுகின்றன.

நம் நாட்டு மொழிகளில் ஏதாவதொன்றில் எழுதப் பட்ட நூல்களை மற்றொரு மொழியில் பெயர்த்து மக்க ளிடையே வழங்கும் பணியையும் டிரஸ்ட் குறிப்பிடத் தக்க அளவு செய்து வருகின்றது. கருத்துப் பரிமாற் றமே அறிவு வளர்ச்சிக்கு அடிப்படை. பிராந்தியத்திற் குப் பிராந்தியம் வெளி வேற்றுமைகள் எவ்வளவோ இருந்தபோதிலும் ஒரே இந்திய கலாச்சாரமாகப் பரிணமிக்க இந்த மொழிபெயர்ப்புகள் பெருந்துணை செய்வனவாகும். குறுகிய மனப்பான்மை கொண்ட தவ றுன எண்ணங்களைப் பெருமளவில் போக்கவும், உலகின் மற்ற பகுதிகளை நன்கு புரிந்து கொள்ளவும் வெளி நாட்டு மொழிபெயர்ப்பு நூல்கள் பயன்படுகின்றன. இத்தகைய வழிகளில் இடையறுது பணியாற்றி வரும் டிரஸ்ட் மேன்மேலும் வளர ஆக்கமும் ஊக்கமும் அளிக்க வேண்டியது அனைவரது கடமையாகும்.

எம். பக்தவத்சலம்
முதலமைச்சர், சென்னை மாநிலம்.

பொருளடக்கம்

ACKNOWLEDGEMENT

An Editorial Board consisting of eminent scientists and teachers was constituted for the purpose of guiding the preparation of manuscripts of the books under the science series. We acknowledge with gratitude the very valuable assistance rendered and hearty co-operation extended by the members.

வில் விசையிலிருந்து ஆற்றல்

ஒரு இயந்திரத்தை இயங்குமாறு செய்யுமுன்பு-அதன் சக்கரங்கள் சுழலுமாறு செய்யுமுன்பு, அதனை இயக்கக்கூடிய ஒன்று வேண்டும். அதற்கான ஆற்றலை அளிப்பதற்கான ஒன்று இருக்க வேண்டும். நாம் அமைக்கக்கூடிய இயந்திரமே, அதற்கு நாம் பயன் படுத்தப்போகும் ஆற்றலைப் பொறுத்ததாகும். பெரிய சக்தி வாய்ந்த இயந்திரம் வேண்டுமென்றால் நாம் நீராவியைப் பயன்படுத்தலாம். அப்போது நிலக்கரி, விறகு அல்லது வேறொரு எரிபொருள் எரிவது இதற்கு வேண்டிய சக்தியை வழங்குகிறது. ஒரு சிறிய சக்தி மிக்க இயந்திரத்துக்குப் பெட்ரோல் வாயு காற்றுடன் கலந்து உண்டாகும் சக்தியை உபயோகித்துக் கொள் கிறோம். வீசுகின்ற காற்றின் சக்தி காற்றாடி இயந்திரங் களைச் சுழற்றப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உயரத்திலிருந்து கீழே விழும் நீர் தரும் சக்தி நீர்ச் சுழலிகளை இயக்கப் பயன் படுகிறது. சில வேலைகளுக்கு நாம் மனிதர்கள், விலங்கு களுடைய ஆற்றலைப் பயன் படுத்துகிறோம்; ரசாயன விளைவுகள் மூலம் நாம் சிறிதளவு மின் சக்தியைப் பெறு கிறோம். சூரியனிலிருந்து கதிர்களில் புலப்படும் வெப்பத்தையும் பூமியின் உட்புறத்தில் நிலவும் வெப்பத்தையும் பயன்படுத்த முயற்சிகள் செய்யப் பட்டுள்ளன.

இயந்திரங்களை இயக்குவதற்கு நாம் பயன்படுத்தக் கூடிய சக்திகள் இவை; இவற்றை நாம் முக்கிய சாதனங்கள் என்று அழைக்கிறோம். நீங்கள் எதிர் பார்த்ததுபோல இதன் பட்டியல் ஒருவேளை அவ்வளவு

நீண்டதாக இல்லாமல் இருக்கலாம். மின்சக்தி, அல்லது அழுத்தப்பட்ட காற்று எங்கே வருகிறது? வில் விசையும், மீள் திறனும் ஏன் கூருமல் விடப்பட்டன?

மின் சக்தி, சக்தி தரும் முக்கியமான பிரதம சாதனங்களில் ஒன்றல்ல. மின்கலங்களிலிருந்து சிறிதளவு சக்தியை நாம் பெறத்தான் செய்கிறோம்; இவ்வகைச் சக்தியை, அதனை உபயோகிப்பது வசதியாக இருக்கும் போது பயன்படுத்துகிறோம். ஒரு மின்சார மணி இயங்குவதற்குத் தேவைப்படும் சக்தியை இரண்டு லெக்லாஞ்சி மின்கலங்கள் அளிக்கின்றன. டெலிபோன் வேலை செய்வதற்குத் தேவைப்படும் சிறிதளவு சக்தியை மின்கலங்கள் வழங்குகின்றன. ஆனால், பயன்படுத்தப் படும் மின்சக்தியில் மிகப் பெருமளவு மின்னாக்கி (Dynamos) களிலிருந்து கிடைக்கிறது. மின்னாக்கிகள் வேறு ஏதாவது ஒரு சக்தியின் மூலம் இயங்க வேண்டி யிருக்கிறது. நீர்ச்சுழலி (Water Turbine)கள் மூலம் அவற்றை இயக்கலாம். அப்போது கீழே விழும் நீரின் சக்தி, எளிதில் வழங்கக்கூடிய ஒன்ருக மாற்றப்படுகிறது. நீராவி இயந்திரங்களைக் கொண்டும் அவற்றை இயக்கலாம். நீராவி இயந்திரங்கள் தங்களுக்கு வேண்டிய சக்தியை எரியும் நிலக்கரியிலிருந்து பெறுகின்றன. காற்ருடி இயந்திரங்களிலிருந்து கிடைக்கும் சக்தியினுல் அவற்றை இயக்கலாம். காற்ருடி, வீசும் காற்றினுடைய ஆற்றலைச் சுழலும் சக்தியாக மாற்றுகிறது.

அழுத்திய காற்றைக்கொண்டு நாம் செய்யக்கூடிய வேலையெல்லாம், அதனை அழுத்திய விசையினுல் காற்றில் ஏற்கெனவே செய்யப்பட்டு விட்டதாகும். விசை ஒரு நீராவி இயந்திரத்தினுல் இயக்கப்பட்டிருக்கலாம். நீராவி இயந்திரத்தை நேரடியாகப் பயன்படுத்துவதைவிட மிகவும் வசதியாக இருக்கும்போது அழுத்திய காற்றின் விரிவை நாம் உபயோகிக்கிறோம்.

வில்விசை மற்றும் மீள் திறனுள்ள இதர பொருள்களைப் பற்றிச் சொல்வதானால் அவைகளும் நாம் அவற்றில் பிரயோகித்த ஆற்றலைத்தான் திரும்பத் தருகின்றன. அவற்றைச் சுழற்றும்போது அல்லது அமுத்தும்போது அல்லது நீட்டும்போது நாம் ஆற்றலை அளிக்கிறோம். அதனை அவை திருப்பித் தருகின்றன; அதற்கு மேலில்லை. ஏன் சிறிதளவு குறைவாக என்று கூட கூறலாம். வில் விசைகளையும் இதர மீள் திறனுள்ள பொருள்களையும் பின் ஏன் பயன்படுத்துகிறோம்?

சில வேலைகளுக்கு மிகவும் வசதியான உருவில் நாம் சக்தியைப் பெறுகிறோம் என்பதே இதற்கான விடையாகும். உதாரணமாக ஒரு சுருள் கம்பியில் நாம் ஏராளமான ஆற்றலைச் சேமித்து வைக்க முடியும். இந்த ஆற்றலை, நீண்ட நேரத்துக்கு நாம் இயக்க விரும்புகிற ஓர் இயந்திர அமைப்புக்குச் சிறுகச் சிறுக வழங்குமாறு சுருள் கம்பியைச் செய்ய முடியும். அல்லது ஆற்றல் அனைத்தும் திடீரென்று குறிப்பிட்ட ஓரிடத்தில் வெளிப்பட வேண்டுமென்று நாம் விரும்பலாம். மீள் திறனுள்ள வில் விசைகள் இந்த இரு வேலைகளுக்கும் பயன்பட முடியும். ஒரு வகையான ஆற்றலை இன்னொன்றாக மாற்றக்கூடிய மிகவும் வசதியான சாதனங்களாக இவை இருக்க முடியும்.

வில்லின் அமைப்பு

மீள்திறனுள்ள பொருள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ள மிகப் பழமையான விசை, வில் என்று கூறலாம். வில் வெகு காலத்துக்கு முன்பே கண்டு பிடிக்கப்பட்டதில் வியப்படைவதற்கு எதுவுமில்லை. சில மரத்துண்டை வளைத்தால் அவை மீண்டும் தெறித்து தம் பழைய நிலையை யடைவதை மரத்தைக் கொண்டு வேலை செய்யும் எவரும் அறிந்திருக்க முடியும். மீள்திறனுள்ள

மரத்துக்கு ஒரு நாணைச் சேர்த்ததுதான் உண்மையான கண்டு பிடிப்பாகும்.

அது நிச்சயமாகக் குறிப்பிடத்தக்க கண்டுபிடிப்புதான். கோடறிகள் படிப்படியாக நீண்டு வாள்களாக உருவெடுத்தது போன்ற வெறும் அபிவிருத்தியல்ல அது. வில்லிலிருந்து, ஹார்ப் என்னும் இசைக்கருவி அபிவிருத்தியடைந்தது போன்றதும் அல்ல. வில்லில் ஒரு நாணைக்கட்டி, அதைச் சுண்டும் போது இனிய ஒலி எழும்புவதைக் கண்ட பிறகு மேலும் பல நாண்களைக்கட்டி வெவ்வேறு ஒலிகளைப் பெறச் செய்வது மிகவும் எளிதுதானே! இதிலென்ன பிரமாதமான அதிசயம் இருக்கிறது? ஆனால் வளையக்கூடிய மரத்தில் ஒரு நாணைக்கட்டி உலகின் முதல் வில்லைச் செய்த பெருமை ஒரு மேதைக் குரியதேயாகும். வெகு காலத்துக்கு முன்பு பழைய கற்கால மனிதனால் செய்யப்பட்டது அது. அதைப்பற்றி ஐயமே இல்லை. வேட்டையாடும் காட்சியைக் குறிக்கும் சித்திரங்கள் ஸ்பெயினிலுள்ள பாறைகளில் பொறிக்கப்பட்டிருப்பதைக் காண முடிகிறது (படம். 1).



படம். 1

இச் சித்திரங்கள் பழைய கற்காலத்தவை என்பது திட்டவட்டமாகக் கண்டறியப் பட்டுள்ளது. வேட்டையில் விற்களும், அம்புகளும் பயன்படுத்தப்படுவதை அவை காட்டுகின்றன. அம்புகளில் இறகுகள் பொருத்தப்படவில்லை போலத் தோன்றுகிறது. சித்திரத்தைப் பொறித்த ஓவியர் இறகுகளைப் போடுவது அவசியம் என்று எண்ணாமலும் இருந்திருக்கக்கூடும். அது நமக்குத் தெரியாது. ஆனால் அம்புகளில் இறகுகளைப்

பொருத்துவது மற்ருெரு குறிப்பிடத்தக்க கண்டுபிடிப்பு என்பது நமக்குத் தெரியும்.

வில்லினுடைய அமைப்பு மிக மிக எளியதாகும். நாணைப் பின்னோக்கி இழுப்பதில் நிறையச் சக்தி செலவிடப்படுகிறது. இதன் மூலம் வில் வளைக்கப் படுகிறது; முழு அளவு வில் ஒன்றை வளைப்பதற்குத் தேவைப்படும் ஆற்றல் சுமார் அரை அந்தர் ஆகும். நாணை விடுவித்தும், சேமித்து வைக்கப்பட்ட ஆற்றல் பெரும்பாலும் திடீரென்று அம்புக்கு மாற்றப்படுகிறது. இதன் மூலம் அம்பு பெரும் வேகத்துடன் முன்னோக்கிப் பாய்கிறது

விற்களும் அம்புகளும் பயனற்ற கருவிகள் என்றும் துப்பாக்கிகள் கண்டு பிடிக்கப்பட்டதும் அவை வழக் கற்றுப்போய் விட்டனவென்றும் பலர் பேசுகிருர்கள். இது உண்மைக்கு மாருனதாகும். தேர்ச்சிமிக்க வில் வீரனிடம் உள்ள வில், வேட்டைக்குப் பயனுள்ள கருவி யாகும்; போரிலும் அது பயங்கரமான ஆயுதமாகும்.

இங்கிலாந்து நாட்டின் பழையநீண்ட வில் (படம் 2) சுமார் ஆறடி நீளம் இருந்தது. கிட்டத்தட்ட ஒரு கெஜ நீளமுள்ள அம்புகளை அது எய்தது. நார்மன் வெற்றிக்குப் பிறகு பல நூற் ருண்டுகளுக்கு இங்கிலாந்தின் வில் வீரர்கள் உலகிலேயே சிறந்தவர்க ளாக விளங்கினுர்கள். அவர்கள் சென்ற போர்களில் எல்லாம் வெற்றி பெற்றனர். கிரஸ்ஸி, பாய்க்டியர்ஸ், அஜின்கோர்ட் ஆகிய இடங்களில் பெற்ற மகத் தான வெற்றிகள், இங்கிலாந்தின் வில் வீரர்கள் சாதனைகளைக் குறிப்



படம். 2

பிடுவதாகும். முதலாவது சார்லஸ் ஆட்சிக்காலம்வரை வில் முக்கிய ஆயுதமாக இருந்து வந்தது. ஒரு நல்ல வில், அம்பு எய்யக்கூடிய தூரம் கால் மைல்வரை இருக்கும் என்று கூறப்படுகிறது. அக்காலத்தில் துப்பாக்கி வீரனை விட வில்வீரனிடம் நிலவிய முக்கிய சாதகம் அவன் அம்பு எய்யக்கூடிய வேகமாகும். துப்பாக்கியில் மருந்தைக் கெட்டித்து ஒருமுறை சுடுவதற்குள் வில் வீரன் ஆறு அம்புகளை எய்துவிட முடியும்.

வில்லாளியின் நிற்கும் நிலை

அம்பு எய்யும்போது வில்லாளி, தூரத்திலுள்ள இலக்குக்குப் பக்க வாட்டில் திரும்பிக்கொள்கிறான். இலக்கை நோக்கி அவனது இடது கை நீண்டிருக்கும். தலை பக்க வாட்டில் திரும்பி, கண்கள் தோளுக்கு மேலாக இலக்கை நோக்கியிருக்கும். இடது கையால் வில்லைப் பிடித்துக்கொண்டு, நாணில் அம்பைப் பொருத்தி, தன் உடலுக்கருகாமையில், நாணைப் பின்னுக்கி முழு அளவுக்கு இழுக்கிறான். வில், அம்பைத் திறமையுடன் கையாள விரும்பும் எவரும் இந்த நிலைகளைக் கற்க வேண்டும்.

நாண் எப்போதும் அதன் முழு அளவுக்கும் பின்னால் இழுக்கப்படும். அம்பு எய்யப்படும் கோணத்தையும், வில்லைப் பற்றி இருக்கும் கையை உயர்த்துவதையும் கொண்டு வீச்சு தீர்மானிக்கப்படுகிறது. உயர்ந்த பட்ச வீச்சுக்கு அம்பை மேல் நோக்கி 45° கோணத்தில் எய்யவேண்டும்.

வில் செய்வது எப்படி ?

வில் செய்வதற்கேற்ற சிறந்த மரம் யூ மரமாகும் (Yew). ஏனெனில் அது உறுதியானது. அத்துடன் நெகிழும் தன்மையும் உடையது. பழங்காலத்தில் ஆஷ், எல்ம் போன்ற வேறு பல மரங்களைக் கொண்டும்

வில் செய்து வந்தார்கள். நீள வாக்கில் இழைக்கப்பட்ட ஆஷ்மரத்தைக் கொண்டு சிறந்த வில் செய்யலாம். இந்த மரம் துடைப்பத்தின் கைப்பிடியாக உபயோகிக்கப்படுவதைக் காணலாம். இத்தகைய பழைய கைப்பிடி மரம் புதியதான ஒன்றைவிட நன்கு பண்பட்டிருக்கும்; ஆனால் அது கீழ் முனையில் இற்றுப் போய்விடாததாக இருக்கும்படிப் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். மரத்தை நன்கு ஆராய்ந்து அதில் எந்தப் பகுதி நன்றாக இருக்கிறது என்று பார்க்கவேண்டும். அவ்வளவு நன்றாக இல்லாத பகுதியைக் கழித்து விட்டு, மரத்தைப் பாதி அளவுக்கு இழைக்கவேண்டும் (படம் 3) ஒரு கூர்



படம். 3

மையான கத்தியினால் மரத் துண்டின் இரு முனையிலும் சீவி விட வேண்டும். கனத்தையும், இரு முனைகளிலும் அகலத்தையும் மத்தியில் உள்ளதில் மூன்றில் ஒரு பங்காகச் செய்யவேண்டும். தட்டையான பக்கம் அப்படியே இருக்கும். மற்றொரு பக்கம் மத்தியிலிருந்து முனைகள் வரை படிப்படியாக உருட்டி விடப்பட்டிருக்கும். பலமாக அழுத்தினால் வளையும்வரை மரத்தைச் சீவிச் செப்பனிட வேண்டும். நேராக உள்ள பக்கம் வெளிப்புறமாக இருக்கும் விதத்திலேயே வளைக்க வேண்டும்.

இப்போது உப்புக் காகிதத்தைக்கொண்டு தேய்த்து மழு மழுப்பாக்க வேண்டும். முதலில் சொரசொரப்பான உப்புக் காகிதத்தைக் கொண்டு தேய்க்கத் தொடங்கிப் பின்னர் மழுமழுப்பான உப்புக் காகிதத்தால் தேய்த்து முடிக்க வேண்டும். இரு முனைகளுக்கும் அருகே நாணைக் கட்ட காடி போல் வெட்டிவிட வேண்டும். இந்தக்

கார்டிகள் நேராகவுள்ள பக்கத்தில் மட்டுமே இருக்க வேண்டும்; வளைந்த பக்கத்தில் இருக்கக்கூடாது. சீவித் தேய்த்துச் செப்பனிடும் வேலை முடிந்ததும் ஆளிவிதை எண்ணெயினால் நன்கு தேய்க்க வேண்டும். நாம் உபயோகிக்க முற்படுமுன் பல நாட்களுக்கு இவ்வாறு ஆளிவிதை எண்ணெய் தடவித் தேய்த்து வந்தால் மரம் நன்கு பக்குவப்படும். வில்லை அவ்வப்போது எண்ணெய்த் துணியினால் தேய்த்து வைக்கவேண்டும். அதிலும் குறிப்பாகக் கொஞ்ச நாட்களுக்கு உபயோகப் படுத்தாமல் இருக்க நேரும்போது இவ்வாறு செய்வது அவசியம்.

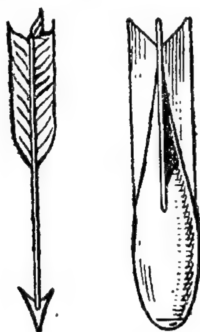
நாணுக்கு சுமார் ஆறடி நீளமுள்ள சாட்டை வார் தேவைப்படும். இதனைச் சேணம் தயாரிப்பவர்களிட மிருந்து வாங்கிக்கொள்ளலாம். வாரின் ஒரு முனையில் சுருக்கு முடிபோட்டு வில்லின் ஒரு பக்கக் காடியில் மாட்டவேண்டும். பிறகு வில்லின் நீளத்தைவிடச் சற்று குறைவான நீளமுடையதாக இருக்கும் விதத்தில் நாணின் மற்றொரு முனையில் சுருக்கு முடிச்சுப் போட வேண்டும். வில்லை லேசாக வளைத்து இந்த முடிச்சை மறுமுனையில் பொருத்தவேண்டும். அதிகமாக வளைத்து விடக்கூடாது. இதற்கேற்ப நாணின் நீளத்தையும் முடிச்சுகளையும் அமைத்துக்கொள்வது நல்லது.

வில்லில் நாணைக் கட்டுவதற்கு முதலில் ஒரு பக்க முடிச்சை வில்லின் ஒரு முனையில் பொருத்த வேண்டும். பின்னர் இம்முனையைப் பாதத்தினால் இறுகப் பிடித்துக் கொண்டு, தட்டையாக உள்ள பக்கம் வெளிப்புறம் இருக்கும் விதத்தில் வில்லை கீழ்நோக்கி அழுத்தி வளைத்து நாணின் மற்றொரு முடிச்சைப் பொருத்தவேண்டும். வில் உபயோகத்தில் இல்லாதபோது நாணைக் கட்டிய படியே விட்டு வைக்கக்கூடாது. ஏனெனில் அப்போது வில்லின் வளைவு நிரந்தரமானதாகிவிடும். அதன் மீள்

தன்மை போய்விடும். நாண் எப்போதும் ஈரம் படாமல் இருக்கவேண்டும். ஈரம் நாணினுடைய நீளத்தைச் சுருக்கிவிடும். இந்த நிலையில் வில்லை உபயோகித்தால் அது வில்லையே பாதித்து விடக்கூடும்.

அம்புகள்

முதலில் அம்பை எய்தவர்கள் அம்புகள் சென்ற போக்குக் குறித்துப் பெரிதும் ஏமாற்ற மடைந்திருக்க வேண்டும். ஏனெனில் அவர்கள் உபயோகித்த அம்புகளில் இறகுகள் அமைந்திருப்பது சாத்திய மல்ல. இறகுகள் பொருத்தப்படாத அம்பு செல்லும் போக்கு தாறுமாருக இருக்கும். எந்த இலக்கை நோக்கி எய்யப் படுகிறதோ அதைப் போய்ச் சரியாகத் தாக்கும் என்றும் சொல்வதற்கில்லை. தாமே வில் செய்து அம்பெய்து விளையாடும் குழந்தைகள் அனுபவத்தில் இதனைக் கண்டிருக்கலாம். இறகுகள் காற்றுத் திசை காட்டிகள் போல் இருந்து, இறகு பொருத்தப் பட்ட முனை பின்புறம் இருக்கும்படியாகச் செய்கின்றன. (படம். 4) நேரான பாதையிலிருந்து விலகிச் செல்லும் அம்பினுடைய முயற்சியினுல் ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட இறகுகள் காற்றின் போக்குக்குக் குறுக்கே வரச் செய்து, காற்று அதனைப் பின்னேக்கித் தள்ளுகிறது. எறியப்படும் குண்டுகள் விஷயத்திலும் இது பொருந்துவதாகும். மேலே இருந்து போடப்படும் குண்டுகளின் இறகு போன்ற அமைப்பும் இதே வேலையைச் செய்கின்றது. இவை குண்டைச் செங்குத்தாக விழும்படி செய்கின்றன.


படம். 4

விளையாடும்போது ஒரு தந்திரத்தைக் கையாண்டு எல்லோரையும் வியப்படையச் செய்யலாம். ஒரு தையல்

ஊசியைக் கொடுத்து கதவு அல்லது வேறு ஏதாவது இலக்கை நோக்கி எய்யச் சொல்ல வேண்டும். என்ன தான் குறி பார்த்து எய்தாலும் ஊசி நேராக இலக்கைச் சென்றடையாது. அது சாய்ந்து கீழே விழுந்து விடும். இப்போது ஒரு தந்திரத்தைக் கையாண்டு ஊசியை இலக்கை நோக்கி எய்தால் அது எவ்விதக் கஷ்டமுமின்றி இலக்கைச் சென்றடையும். தந்திரம் இதுதான்; ஊசியின் காதில் மெல்லிய கறுப்பு நூலைக் கோர்த்து எய்ய வேண்டும். அது இறகு செய்யும் வேலையைச் செய்யும்.

இறகுகள்

முறையாக இறகுகள் அமைக்கப்பட்ட அம்பில் மூன்று இறகுகள் இருக்கும். மேற்புறம் உள்ளதற்கு "சேவல் இறகு" (Cock Feather) என்று பெயர். நாணில் அம்பைப் பொருத்தும் இடத்துக்கு மேலே இது அமைக்கப்படுகிறது. இதற்கு நிறமுள்ள இறகு உபயோகப்படுத்துவது வழக்கம். மற்ற இரண்டும் வெண்மையானதாக இருக்கும். இதனால் வில்லாளிக்கு பார்த்த மாத்திரத்திலே சேவல் இறகு எது வென்பது தெரியும். விரைவில் அம்பை நாணில் சரியான நிலையில் பதித்து எய்ய இது துணை செய்யும். இந்த இறகு மேற்புறம் இருக்குமாறு அம்பை நாணில் பொருத்தி எய்வார்கள்.

மற்ற இரண்டு இறகுகளும் ஒரு வாத்தினுடைய வலது பக்க அல்லது இடது பக்க இறகுகளாக இருக்கும்; ஒவ்வொரு பக்கத்திலிருந்தும் ஒன்றையெடுத்துப் பொருத்துவது இல்லை. இவ்வாறு செய்வதற்குக் காரணம் ஒவ்வொரு இறகும் வலது புறமோ அல்லது இடது புறமோ சற்று வளைந்ததாக இருப்பதுதான். (வெவ்வேறு பக்கத்திலிருந்து எடுத்த இறகுகளாக இருந்தால் ஒன்று வலது புறத்தில் வளைந்ததாகவும்

மற்ளுென்று இடது பக்கத்தில் வளைந்ததாகவும் இருக்கும்) இதன் மூலம் அம்புக்கு ஒரு வித காற்றுச் சுழற்சியமைப்பு ஏற்படுகிறது. அது அம்பு பாயும் போது சுழன்றவாறு போகச் செய்யும். இவ்வாறு சுழன்று போவது இலக்கை நோக்கி அம்பு நேராகப் போகுமாறு செய்கிறது. தற்காலத்தில் துப்பாக்கி ரவைகள் அல்லது குண்டுகளுக்கு சுழன்று செல்ல ஏற்ற அமைப்பு இருப்பது போன்றது அம்புகளுக்கு இறகு அமைப்பது.

நாமே செய்துகொள்ளும் அம்புகள்

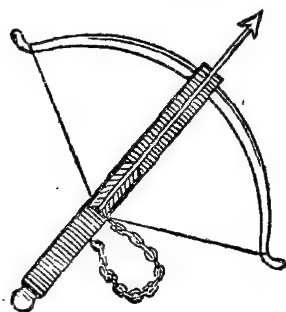
நாமே வீட்டில் தயாரித்துக் கொள்ளும் வில்லுக்கான அம்புகள் சுமார் இரண்டரை அடி நீளமுள்ளதாக இருக்கலாம். அவற்றை முடிந்த அளவுக்கு மழுமழுப்பாகவும் ஒழுங்காகவும் இருக்கும்படி செய்யவேண்டும். அம்புகளுக்கு வாத்து இறகுகள் கிடைக்குமாளுல் மிகவும் நல்லது. வாத்தின் இறகைக் கூரிய கத்தியின் உதவியால் மத்தியில் கவனமாகப் பிளக்க வேண்டும். இரு பகுதிகளும் இரண்டு அம்புகளுக்கு வேண்டிய இறகுகளைக் கொடுக்கும். இந்த இறகை வாத்தின் எந்தப் பக்கத்திலிருந்து எடுத்தோமோ அதே பக்கத்திலிருந்து இன்ஞெரு இறகும் நமக்குத் தேவைப்படும். இதனைப் பிளந்து ஒவ்வொரு அம்புக்கும் இரண்டாவது இறகாக இதை உபயோகப்படுத்தலாம். முடியுமாளுல் 'சேவல் இறகு'க்காக நிறமுள்ள இறகு ஒன்றை நாம் தேடிப்பிடிக்க வேண்டும். இறகுகளின் நீளம் மூன்றங்குலம் இருக்கும் படியாகச் சீவிக்கொள்ள வேண்டும். முதலில் சேவல் இறகை அம்பில் அதற்குரிய இடத்தில் பசையினுல் ஒட்ட வேண்டும். பின்னர் மற்ற இரண்டு இறகுகளையும் மூன்றுக்குமிடையே சமகோணம் இருக்கும் விதத்தில் ஒட்ட வேண்டும். சேவல் இறகில் வளைவு இருந்தால் மற்ற இரண்டும் வளைந்துள்ள திசையிலேயே இதுவும்

வளைந்ததாக இருக்க வேண்டும். அப்போதுதான் அம்பு சுழல்வதற்கு அது உதவ முடியும்.

இறகுகளுக்குப் பதிலாக ஓரங்குல அகலமும் மூன்றங்குல நீளமும் உள்ள உறுதியான காகிதத்தைக் கொண்டும் இவ்வாறு செய்யலாம். அம்பினுடைய பின்புற மூலையில் லேசாகக் கீறி அதில் காகிதத் துண்டைப் பொருத்தி அந்த இடத்தை விட்டு நகராத விதத்தில் பசையினால் ஒட்டிவிட வேண்டும். சேவல் இறகை பழுப்புக் காகிதத்திலும் மற்ற இரண்டையும் வெள்ளைக் காகிதத்திலும் வெட்டி எடுத்துக் கொள்ளலாம். மூன்று காகிதத் துண்டுகளையும் ஒரே திசையில் லேசாக வளைத்துவிட வேண்டும்.

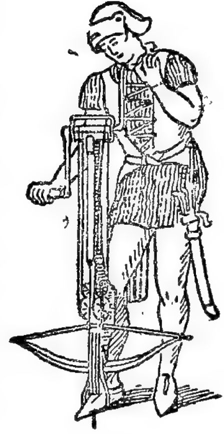
குறுக்கு வில்

இங்கிலாந்தில் குறுக்கு வில்(Cross bow) எப்போதுமே எல்லோராலும் விரும்பி உபயோகிக்கப்படவில்லை (படம் 5). அது மிகவும் மெதுவாக இயங்கியது. அத்துடன் வில்லுக்குரிய தன்மைகள் இதனிடம் இல்லை. அது ஒரு இயந்திரம் போல இருந்தது. வில்லுக்குத் தேவைப் படுவது போல் உடல்திறமை இதற்குத் தேவைப் படவில்லை. வில்லைவிட அதிக அளவு தூரத்திலுள்ள இலக்கைத் தாக்க முடியும் என்பதொன்றே இதிலுள்ள சாதகமான அம்சமாகும். உலோகத்தினாலான இந்த வில்லை வளைப்பதற்கு பலம் மிக்க சக்தி தேவைப்பட்டது. அதற்கேற்ப அது அம்பைப் பாயச் செய்யும் வேகமும் அதிகமாக இருந்தது.



படம். 5

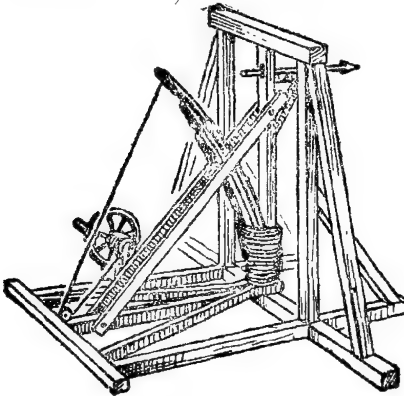
இந்த வில்லே வளைப்பதற்குத் தேவைப்படும் அதிகப்படியான ஆற்றலே இயந்திர அமைப்பு மூலம் பெற வேண்டியிருந்தது. இதற்குச் சாதாரணமாக உபயோகிக்கப் பட்ட இயந்திர அமைப்பு இரண்டு கைப்பிடிகளைக் கொண்டதாக இருக்கும். (படம் 6) இந்தக் கைப்பிடியை சுழற்றுவதன் மூலம் நாணைப் பின்னுக்கி இழுத்த கயிறு ஓர் அச்சில் சுற்றிக்கொள்ளும். ஒரு விதமான கொக்கி அமைப்பை விடுவிப்பதன் மூலம் அம்பு எய்யப்படும்.



படம். 6

எறி பொறியும் கவணும்

பழங்காலத்தில் ரோம் நாட்டவர்கள் ஒரு நகரத்தை முற்றுகையிட்டபோது அதன் அரண்களைத் தகர்க்க பொறிகளை உபயோகித்தனர். இந்தப் பொறிகளால் வேறு விளைவுகள் ஏற்படாத போதிலும், முற்றுகைக் குள்ளானவர்களிடையே பெரும் பீதியை ஏற்படுத்த முடிந்தது. ஓரளவுக்கு அவை சேதங்களையும் ஏற்படுத்த முடிந்தது.

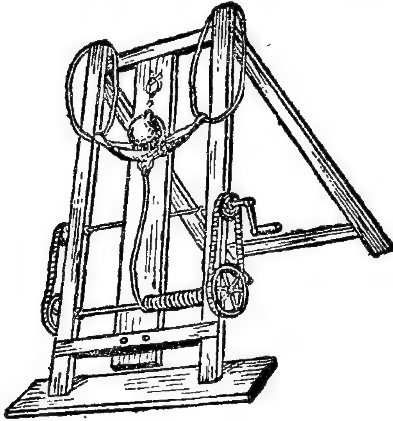


படம். 7

அத்தகைய போர்க் கருவிகளில் எறிபொறி (Ballista) ஒன்று (படம் 7). இது குறுக்கு வில்லின் மற்றொரு அமைப்பேயாகும். ஒரு கனமான மரச் சட்டத்தில் சக்தி வாய்ந்த எஃகு வில் பொருத்தப்

பட்டிருக்கும். கனமும் உறுதியும் உள்ள ஒரு பொருளால் நாண் செய்யப்பட்டிருக்க வேண்டும். கப்பிகள் (Pulleys) ஊடே செல்லும் கயிற்றைச் சுழற்றுவதன் மூலம் நாண் பின்னேக்கி இழுக்கப்படும். ஒரு கனமான அம்பு அல்லது பெரிய கல்லே அதற்குரிய இடத்தில் வைப்பார்கள். பின்னர் நாணே விடுவிப்பார்கள், அம்பு அல்லது கல் முற்றுகைக்குள்ளான இடத்தை நோக்கிப் பாயும். படம் 7ல் காணப்படும் பொறியில் குறுக்கு வில்லின் அமைப்பில் பாதி உள்ளது.

இயந்திரங்களேக்கொண்டு இவ்வாறு எறியப்படும் முறைக்கு ஏவுகணே (Ballistics) என்று பெயர். பாலிஸ்டா (Ballista) என்ற லத்தின் மொழிச் சொல்லிலிருந்து வந்தது இது. இச்சொல் வீசு அல்லது எறி என்ற பொருள் தரும் பாலின் (Ballein) என்ற கிரேக்கமொழிச் சொல்லிலிருந்து வந்ததாகும். ரோம் நாட்டவர் கிரேக்கர் இயந்திரத்தை கையாண்டது போலவே கிரேக்க சொல்லேயும் கையாண்டது கவனிப்பதற்குரிய அம்சமாகும். இத்தகைய இயந்திரங்களேக் கண்டு பிடித்தவர்கள் கிரேக்கர்கள் என்பதும் அவற்றை உபயோகித்தவர்கள் ரோம் நாட்டவர் என்பதும் ஓரளவு உண்மையாகும்.



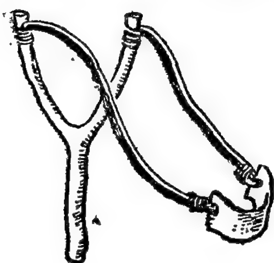
படம். 8

முற்றுகையில் பயன்பட்ட பழங்காலக் கருவிகளில் கவண் (Catapult) ஒன்றுகும் (படம். 8). பொதுவான ஒரே தத்துவத்தை உபயோகித்த் பல்வேறு விதமான கவண்கள் இருந்தன. ஒருவகையில் சக்தி

வாய்ந்த எஃகு வில்லினுல் நேராக நிறுத்தப் பெற்றுள்ள மரச் சட்டம் இருக்கும். கவணை எறிய வேண்டியிருக்கும் போது மரச் சட்டத்தின் மேற்பகுதியை ஒருவன் தன் முழு பலத்தையும் பிரயோகித்து பின்னேக்கி இழுக்க வேண்டும். சில சமயங்களில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்டவர் களும் இவ்வாறு செய்வது உண்டு. சட்டத்தின் வெளிப் புற முனையில் ஒரு பெரிய கல் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இழுக்கப்பட்ட சட்டத்தை விடுவித்ததும், வில்லை வளைப்பதற்குப் பிரயோகிக்கப்பட்ட சக்தி, திடீரென்று கல்லுக்கு மாற்றப்படுகிறது. இதன் மூலம் கல் முற்றுகைக் காளான இடத்தை நோக்கிப் பாய்கிறது. பெரிய கனமான அம்புகளை எய்வதற்கு மற்ெருரு வகையான கவண் உபயோகிக்கப்பட்டது. படம் 8 ல் காணப்படும் கவண், குண்டுகளை எறியப் பயன்படுவது.

சிறு கருவிகள்

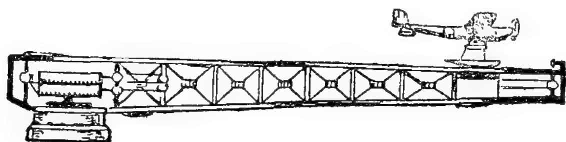
படம் 9ல் காணப்படும் உண்டி வில் Y உருவிலுள்ள மரக்குச்சியில் ரப்பர் போன்ற மீள் திறனுள்ள ஒரு பொருளைக் கட்டுவதன் மூலம் அமைக்கப்படுவதாகும். ரப்பரின் மறுமுனைகளைச் சேர்த்து மெல்லிய தோல் துண்டு கட்டப்பட் டிருக்கும். இந்தச் சிறு கருவி வெளிப் பார்வைக்கு கவண் போலத் தோன்ற விட்டாலும் மீள் திற னுள்ள ஒன்றில் சக்தியைச் சேமித் துப் பின்னர் விடுவிக்கும் அதே பொதுவான தத்துவத்தை அடிப் படையாகக் கொண்டதாகும்.


படம். 9

கவண் மூலம் விமானங்களை செலுத்துதல்

கப்பல்களிலிருந்து விமானங்களைப் பறக்கச் செய் வதற்கு தற்காலத்தில் ஒரு விதமான கவண் உபயோகிக்

கப்படுகிறது (படம். 10). இதன் அமைப்பு பழைய கவண் அல்லது எறி பொறியின் அமைப்பிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டதாகும். ஆயினும் கவணுடைய தத்துவமே இதில் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. நாம் செய்ய விரும்புவது என்ன வென்றல் ஏதோ ஒருவகை மீள்தன்மையுள்ள பொருள் அல்லது வில் சுருளில் நிறைய சக்தியைச் சேமித்து வைத்து அதனைத் திடீரென்று நாம் உபயோகிக்க விரும்பும் இலக்கை நோக்கி விடுவிப்பதுதான்.



படம். 10

கப்பல் தளத்திலிருந்து விமானத்தைப் பறக்க விடுவதிலுள்ள கஷ்டம், தளத்தில் விமானம் ஓடுவதற்கான பாதையின் நீளம் குறைவாக இருப்பதாகும். பறந்து செல்வதற்கு வேண்டிய வேகத்தை அந்த குறுகிய தூரத்துக்குள் விமானம் ஓடி அடைய முடிவதில்லை. அந்த வேகத்தையடைவதற்கு எவ்வளவு தூரம் ஓட வேண்டுமோ அந்த் அளவுக்கு இடம் கப்பல் தளத்தில் இல்லை. எனவே விமானத்தின் வேகத்தை அதிகரிக்கக் கூடிய ஒரு கருவி நமக்குத் தேவைப்படுகிறது. விமானத்தை மேலெழும்பிப் பறக்கக்கூடிய அளவுக்குப் போதுமான வேகத்துடன் காற்றில் தள்ளிவிட வேண்டியிருக்கிறது.

தொட்டில் போன்ற ஓரமைப்பில் விமானத்தைஏற்றி காற்றில் தள்ளி விடுவது ஒரு வழியாகும். உராய்தலை (Friction) குறைப்பதற்காக தொட்டில் இருப்புப் பாதையின்மீது அமைக்கப்பட்டிருக்கும். தொட்டிலிலிருந்து தள்ளப்பட்டதும் காற்றில் பறப்பதற்கு

ஏதுவாக விமானத்தின் இயந்திரம் இயங்கிக் கொண்டு இருக்கும். தொட்டிலுக்குப் பின்னால் சக்தி வாய்ந்த வில் சுருள்கள் அழுத்தி வைக்கப்பட்டுத் திடீரென விடுவிக்கப்படுகிறது. தொட்டிலும் அத்துடன் விமான மும் இதன் மூலம் வெகு வேகமாக முடுக்கிவிடப்படு கின்றன. ஓடும் தூரத்தின் முடிவில் தொட்டில் மடித்துக்கொள்கிறது; அத்துடன் அது நின்று விடுகிறது. ஏற்கனவே ஆடிக்கொண்டிருக்கும் இயந்திரங்களுடன் விமானம் காற்றில் பறக்கத் தொடங்குகிறது. தொட்டிலை விட்டகன்றதுமே பறப்பதற்குத் தேவையான வேகத்தை விமானம் அடைந்துவிடும் விதத்தில் இந்தக் கருவி திட்டமிடப்பட்டு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. தொட்டிலி லிருந்து புறப்பட்டதுமே போதிய வேகத்தையடைய முடியாமற் போனாலும் விமானம் கடல் மட்டத்துக்கு தாழப் பறந்து அவ்வேகத்தை யடைந்து விடக்கூடிய விதத்தில் பாதுகாப்பான ஏற்பாடும் உள்ளது.

விமானங்களைக் காற்றில் உந்தித் தள்ளுவதற்கு வெடிக்கும் சக்தியும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. வெப்ப மான அழுத்தப்பட்ட வாயுக்கள், வில் சுருள்களின் மீள் தன்மைக்குப் பதிலாக உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது.

எதிர் முறையில் பயன்படுத்துதல்

கவண் ஆற்றலை எதிர் முறையிலும் பயன்படுத்த லாம். அழுத்தப்பட்ட சுருள் வில் விரிவடைந்து தனது ஆற்றலை நகரும் பொருளுக்கு அளிப்பதற்குப் பதிலாக, வேகமாக ஓடிவரும் ஒரு பொருள் ஒரு விதமான வில் சுருளை அழுத்தித் தன்னிடமுள்ள சக்தியை வில் சுருளுக்கு வழங்கிவிட்டு நின்று விடுமாறும் செய்யலாம். அழுத்த முடியாத பொருளுக்கு ஆற்றலை மாற்றுவதானால் அதனை ஒரு வினாடிக்கும் குறைவான மிக நுண்ணிய கால அளவுக்குள் செய்யவேண்டும். அதன் விளைவும்

அழிவேற்படுத்துவதாக இருக்கும். வில் சுருள்கள் படிப்படியாகவும் நிதானமாகவும் சக்தியைக் கிரகித்துக் கொள்கின்றன. இதற்கான நேரம் குறைவாக இருக்கக் கூடும். ஆயினும் அழுத்த முடியாத பொருள் கிரகித்துக் கொள்ள ஆகும் நேரத்தைவிட இது ஆயிரம் மடங்கு அதிகமானது.

விமானங்கள், கப்பல் தளத்தில் இறங்குகின்றன. பொருத்தமான விதத்தில் அமைந்துள்ள அடிதாங்கிகள் (Buffers) மீது அவை இறங்குகின்றன. நகரும் விமானங்களின் ஆற்றலை அடி தாங்கிகள் கிரகித்துக்கொள்கின்றன. இதன் மூலம் திடீரென்று இல்லாமல் நிதானமாக விமானங்களை அவை நிற்குமாறு செய்கின்றன.

இருவகையான மீள் தன்மை

அழுத்துவதன் மூலம் வளைக்கக்கூடியதும், அழுத்துவதை விட்டதும் தமது பழைய நிலையை அடைந்துவிடக் கூடியதுமான மரச்சட்டங்கள், உலோகங்கள் போன்ற பொருள்களே முன் காலத்தில் வில்களாகப் பயன்பட்டன. இவ்வகை மீள் தன்மையை நாம் உருவ மீள் தன்மை (Elasticity of shape) என்கிறோம். அளவு மீள் தன்மை (Elasticity of size) என்பது வேறு. இது திரவங்களின் தன்மையாகும். நீர் சிறிதளவுக்கு அழுத்தப்படக் கூடியது. அழுத்துவதை விட்டதும் அது தன் இயல்பான அளவை அடைந்துவிடும். காற்றும் இதர வாயுக்களும் மிகவும் அதிகமான அளவுக்கு அழுத்தப் படக்கூடியவை. இயல்பான அளவிலிருந்து பல நூறு மடங்கு குறைவான அளவுக்கு இவற்றை இறுக்கிவிட முடியும். சிறிதளவு இறுக்கம் குறைந்தாலும் அதிகரித்தாலும் அதற்கேற்பத் தமது அளவை அவை குறைத்துக் கொள்ளவோ அதிகரித்துக் கொள்ளவோ செய்கின்றன.

இந்த மீள் தன்மை, காற்றடைத்த மெத்தைகளிலும், டயர்களிலும் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மெதுவாக ஆற்றலைக் கிரகித்துக் கொள்ளவும் அதன் விளைவு எல்லாப் பகுதியிலும் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும்படியாகப் பரப்பவும் அதனால் முடியும்.

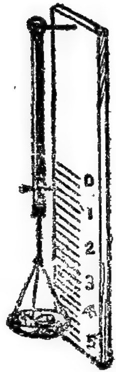
சக்தி மாற்றங்கள் எல்லாவற்றிலும் ஓரளவு வீணாகவே செய்யும். உதாரணமாக ஒரு வில்லை வளைப்பதில் நாம் செலவிடும் சக்தி முழுவதையும் திரும்பப் பெறுவது இல்லை. உராய்தல் போன்ற தடைகளை மீறுவதில் சக்தியில் ஓரளவு செலவழிந்து விடுகிறது. வில் சுருளை உபயோகப்படுத்துவதில் உள்ள சாதகம் என்னவென்றால் குறிப்பிட்ட ஒரு வேலைக்குப் பயன்படக் கூடிய விதத்தில் வெளிப்படக்கூடிய சக்தியை சேமித்து வைத்துக்கொள்ள வசதியாக அது இருப்பது தான். சில சமயங்களில் ஒருவகையான வில்கள் நாம் விரும்பும் விதத்தில் ஆற்றலை வெளிப் படுத்துகின்றன; சில சமயங்களில் வேறொரு வகையான வில் மிகவும் பொருத்தமானதாக இருக்கிறது.

வில் தராசு

வில் போன்ற ஒரு வளைந்த பொருளைக் கொண்டும் ஒரு வில் த்ராசு அமைக்க முடியலாம். ஆனால் செங்குத்தான சுருள் கம்பியைக் கொண்ட தராசு மிகவும் வசதியானது. சுருள் கம்பியைப் பற்றிய ரசமான விஷயங்களில் ஒன்று இதுதான். மீள் தன்மையுள்ள எல்லாப் பொருள்களுக்குமே பொதுவானதாகவும் இதைக் கூறலாம். வில்லின் ஒரு முனையில் ஒரு பவுண்டு எடையைக் கட்டித் தொங்கவிட்டால் அது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு வில்லை விரிவடையச் செய்கிறது. இரண்டு பவுண்டு எடையைக் கட்டித் தொங்க விட்டால் அதுபோல் இரண்டு மடங்கு நீளச் செய்யும்;

மூன்று பவுண்டு எடை மூன்று மடங்கு நீளச்செய்யும். இதனால் தான் பவுண்டு அல்லது அவுன்சை சம தூரக் கோடுகளால் பிரித்துக் குறிக்கப்பட்டுள்ள வில் தராசை செய்ய முடிகிறது.

மீள் தன்மையுள்ள ஒரு பொருளைக் கொண்டு நாம் வில் தராசைச் செய்ய முடியும் (படம் 11). அதன் ஒரு முனையை மரத்துண்டின் மேல் முனையில் இறுகப் பொருத்துகிறோம். கீழ் முனையில் ஒரு சிறு எடைத் தட்டைக் கட்டுகிறோம். ஒரு தகர டப்பியின் மூடியில் மூன்று துளை போட்டு அதில் கயிற்றைக் கட்டி மேலே ஒன்றாக முடிந்து விடுகிறோம். அளவைக் காட்டுவதற்கு மீள் தன்மையுள்ள பொருளின் கீழ் முனையில் ஒரு ஊசியைக் குத்துகிறோம். தராசைச் செங்குத்தாக நிற்க வைத்து ஊசியுள்ள இடத்தைப் பூஜ்யம் என்று குறிப்பிடுகிறோம். பிறகு தட்டில் நான்கு அவுன்ஸ் எடையை வைக்கிறோம். இப்போது ஊசி இருக்கும் இடத்தை ஒரு கோடிட்டுக் காட்டுகிறோம். பூஜ்யத்துக்கும் இந்தக் கோட்டுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் நான்கு அவுன்ஸ் எடையைக் குறிப்பிடுவதாகும். இந்த இடைவெளியை நான்கு சம பகுதிகளாகப் பிரித்துக் கோடிட்டால் ஒவ்வொரு கோடும் ஒரு அவுன்ஸ் எடையைக் குறிப்பதாகும். இதே போல் கீழ் நோக்கி நமக்கு வேண்டுமளவுக்கு கோடிட்டுக் குறித்துக் கொண்டே போகலாம்.



படம். 11

வில் தராசில் அளவுக் கதிகமாக எடை போடாமல் நாம் கவனமாகப் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். ஏழு பவுண்டு வரை மட்டும் நிறுப்பதற்கென உள்ள தராசில் ஏழு பவுண்டுக்கு மேல் வைக்கவே கூடாது. அளவுக் கதிகமான எடை, வில்லைப் பாதித்து விடும். இதன்

காரணமாக எடையை எடுத்து விட்ட பிறகு அது தன் பழைய நிலைக்கு முற்றிலும் திரும்பாது. மீள் தன்மையுள்ள எல்லாப் பொருள்களுக்குமே பொருந்தும் குறைபாடுதான் இது. மீள் தன்மையுள்ள பொருளை மேலும் மேலும் இழுத்துக்கொண்டே போனால் அதனுடைய மீள் தன்மையையே இழந்து விடக்கூடிய ஒரு நிலையை அடைந்து விடும். அதற்குமேல் அதனால் நீள முடிவது இல்லை. இவ்வாறு செய்வதால் அதன் மீளும் தன்மை போய் விடுகிறது. அது ஓரளவுக்குத் தன் பழைய நிலையை அடையலாம். ஆனால் அது பூரணமானதாக இராது. வில் தராசு இந் நிலையையடைந்துவிட்டால் அதன் அளவு சரியில்லாமல் போய்விடும். இம்மாதிரி தவறான அளவைக் காட்டிய வில் தராசுகள் பல வீடுகளில் உபயோகிக்கப்படுவதைப் பார்த்திருக்கிறேன். எடை எதுவும் இல்லாமல் இருக்கும்போதே பூஜ்யத்தைக் காட்ட வேண்டிய முள் முக்கால் பவுண்டு அளவைக் காட்டிய தராசில் ஒரு நர்ஸ் பிறந்த குழந்தையை நிறுப்பதையும் நான் கண்டிருக்கிறேன். அதிலிருந்து குழந்தைகளின் எடையை நிறுத்துக் கூறுவதில் எனக்கு நம்பிக்கை போய் விட்டது.

கலிலியோவும் பெண்டுலமும்

மீள் தன்மையுள்ள பொருள்களுக்குள்ள மற்றொரு கவனத்துக்குரிய அம்சம் இவை, ஒவ்வொன்றும் அவைகளுக்கே உரிய அதிர்வைக் (Vibration) கொண்டிருப்பதாகும். இவ்விஷயத்தில் அது பெண்டுலம் போல் உள்ளது. பெண்டுலத்தின் ஆட்ட நேரம் மாறுவது இல்லை என்பதை முதன் முதலில் கண்டறிந்தவர் கலிலியோ ஆவார். பைஸா நகரத்திலுள்ள ஒரு கிறிஸ்தவக் கோயிலில் உட்கார்ந்து கொண்டிருந்தி

போது, கயிற்றில் கட்டித் தொங்கவிடப்பட்டிருந்த ஒரு விளக்கு ஒரு முறைப்படி இங்குமங்கும் ஊசலாடுவதை அவர் பார்த்தார். தன் நாடித் துடிப்போடு ஒப்பிட்டு அதை அவர் கணக்கிட்டார். விளக்கு ஊசலாடுவது ஒரு முறைட்படியே இருந்தது. பின்னர் பல பெண்டுலங்களைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்து அவை எவ்வாறு ஆடுகின்றன என்பதைக் கண்டறிந்தார். ஆடுகின்ற தூரத்துக்கும் நேரத்துக்கும் சம்பந்தம் இல்லை; குறுகிய தூரம் ஆடுவதற்கும் அகலமாக ஆடுவதற்கும் ஒரே நேரம்தான் ஆகிறது என்பதை அவர் கண்டறிந்தார். ஆனால் பெண்டுலத்தின் நீளத்துக்கும் இதற்கும் தொடர்பு உண்டு. ஒரு நீண்ட பெண்டுலம், குட்டையானதைவிட மெதுவாக ஊசலாடுகிறது. ஒரு பெண்டுலம் ஒரு வினாடிக்கு ஒரு முறை ஊசலாடு மென்றால், இரண்டு வினாடிக்கு ஒரு முறை ஆடக்கூடிய பெண்டுலத்தின் நீளம் இதைப்போல் இரண்டு மடங்கல்ல நான்கு மடங்கு இருக்க வேண்டும்.

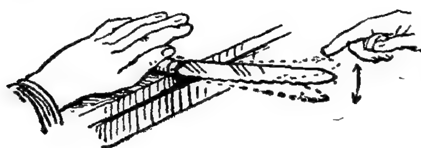
விநாடிக்கு ஒரு முறை ஆடக்கூடிய பெண்டுலத்தை அமைப்பது மிகவும் எளிது. மேலே சிறு துளையுடன் கூடிய ஒரு சிறு துண்டு ஈயத்தை இதற்கு உபயோகிக் கலாம். ஒன்றேகால் கெஜம் நீளமுள்ள மெல்லிய கம்பி அல்லது கனமான நூல் தேவைப்படும். கயிற்றின் ஒரு முனையை ஈயக் குண்டில் கட்டிவிட்டு, குண்டின் நடு மையத்திலிருந்து, கயிறு மேலே கட்டித் தொங்க விடப் பட்டுள்ள இடம் $39\frac{1}{8}$ அங்குலம் இருக்கும்படியாக அமைக்க வேண்டும். விநாடிகளைக் கணக்கிட இந்த பெண்டுலத்தை உபயோகிக்கலாம். பெண்டுலத்தை ஆடவிட்டு அதற்கேற்ப விநாடிகளைக் கணக்கிடுவதுதான் வழக்கம். கொஞ்சம் பழக்கப்பட்டு விட்டால் மிகக் குறுகிய நேர அளவைக் கிட்டத்தட்ட சரியாகக் கணக்கிட இதனை உபயோகப்படுத்தலாம்.

அதிரும் வில்கள்

மெல்லிய கம்பியினாலான ஒரு சுருள் வில் இதே விதமான விளைவைக் கொடுக்கும். சுருள் வில்லைத் தொங்கவிட்டு அதன் கீழே ஒரு சிறு எடையை மாட்டி, அதனைக் கீழ் நோக்கி அழுத்தி விட்டுவிட வேண்டும். அப்போது அந்த எடை மேலும் கீழுமாகப் பெண்டுலம் போல் ஆடும். ஆடும் தூரம் அதிகமாக இருந்தாலும் குறைவாக இருந்தாலும் ஒரு முறை ஆடுவதற்கு ஆகும் நேரம் ஒன்றாகவே உள்ளது. சுருள்வில் அதற்கேயுரிய அதிர்வு நேரத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. அதன்படியே அது அதிர்கிறது.

சுருள்வில்லுக்குப் பதிலாக மீள் தன்மையுள்ள ஒரு பொருளையும் நாம் உபயோகப்படுத்தலாம். அதே விதமான அதிர்வு நமக்குக் கிடைக்கிறது. ஆனால் விரைவில் அதிர்வு நின்று விடுகிறது. அதிரச் செய்வதற்குத் தேவைப்படும் சக்தி உராய்தலை மீறுவதில் செலவழிந்து விடுகிறது. அதுதான் ஆடுவது நின்றுவிடுவதற்குக் காரணமாகும்.

சாதாரண மேஜைக் கத்தியினுடைய தகடு மீள் தன்மையுடையது. தகடை கீழ் நோக்கி அழுத்திப் பின்னர் விட்டு விட்டால் அது மேல் நோக்கி அதிர்கிறது. பெண்டுலத்தைப் போல் இங்குமங்குமாக சற்று நேரம் அதிர்கிறது. (படம் 12)



படம்: 12

அதிரும் தகடு

அதிர்கின்ற கத்தித் தகட்டைப் பார்த்தால், சில ரசமான வியப்பூட்டும் விஷயங்களைக் கவனிக்கலாம்.

நீண்ட மெல்லிய தகடு உள்ள ஒரு கத்தியை எடுத்துக் கொள்ளுங்கள். ரொட்டி வெட்ட உபயோகிக்கும் கத்தியை எடுத்துக் கொள்ளலாம். தகடு வெளியே நீட்டிக் கொண்டிருக்கும்படியாக கத்தியின் பிடியை ஒரு மேஜையின் விளிம்பில் வைத்து அழுத்திக் கொள்ளவும். தகட்டைக் கீழ் நோக்கி அழுத்தி கையை எடுத்து விடவும். தகடு அதிர்வதைக் காண்பதுடன் ஒரு வித் ரீங்கார ஒலியையும் கேட்கலாம்.

அதிரும் த்கட்டைப் பக்க வாட்டிலிருந்து பார்த்தால் வெளிப்புறமுள்ள முனைகள் சற்று அதிக தூரத்தில் இருப் பதையும் போகப் போகக் கைப்பிடிக்கருகே குறுகிக் கொண்டே போவதையும் காணலாம். மேலே ஒரு தகடும் அதற்குக் கீழே ஒன்றும் இரண்டுக்குமிடையே தூசி நிரம்பியிருப்பது போலவும் தோன்றும். அதிரும் தூர அளவு குறையும்போது வெளிப்புறத் தகடுகள் நெருங்கி வருகின்றன. இரண்டு வெளிப்புறத் தகடுகளை நாம் காணுவதற்கான காரணம் இதுதான். த்கடு மேல் நோக்கி செல்கிறது-சற்று நிற்கிறது-பின்னர் கீழ் நோக்கி செல்கிறது. எனவே அதிர்வின் மேல் கட்டத்திலும் கீழேயும் அது மிகவும் மெதுவாக நகர்கிறது. ஒவ்வொரு ஆட்டத்தின் முடிவிலும் பெண்டுலம் சற்று நிற்பதைப் போன்றதே இது.

ரொட்டி வெட்டும் கத்தியில் வாள் போலப் பற்கள் உள்ள பகுதி அதிர்வுகளுக்குக் குறுக்கே நாடா கட்டியது போலத் தெரியும். தகட்டின் முனையில் விரலை வைத்துப் பார்த்தால் நாம் அதிர்வுகளை உணர முடியும். ஒரு மெல்லிய காகிதத் துண்டினால் அதைத் தொட்டால் காகிதம் மேலும் கீழுமாக தகடு அதிர்வதற் கேற்ப ஆடுவதைக் காணலாம்.

த்கடு மிகவும் நீளமானதாக இருந்தால் நாம் அதன் அதிர்வை எண்ணவும் முடியும். த்கடு குட்டையாக

இருந்தால் அதிர்வது துரிதமாக இருக்கும்; அப்போது அதை எண்ணுவது இயலாத ஒன்று. ஆயினும் அதைக் கணக்கிடும் வழி ஒன்று உள்ளது. மேலோ அல்லது கீழோ ஒவ்வொரு முறை தகடு அதிரும் போதும் அது காற்றை அழுத்திக் காற்றலையை உண்டாக்குகிறது. போதுமான அளவில் இவை இருந்தால் ஒரு ரீங்கார ஒலி எழுகிறது. ஒரு வினாடியில் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிக அலைகள் எழுகின்றனவோ அவ்வளவுக்கு ஒலி உரக்க இருக்கும்.

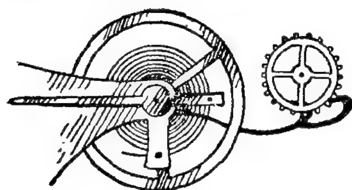
ஒரு கத்தியின் தகட்டை அழுத்தி விட்டு விடுவோம். தகடு அதிர்வதையும், ரீங்கார ஒலியையும் கேட்கிறோம். மேலும் அதிகமாக அழுத்தி விடுவோம். இப்போது அதிர்வுகள் பெரியதாக உள்ளன. ஒலி உரத்துக் கேட்கிறது. ஆயினும் அதன் சுரம் ஒன்றாகவே உள்ளது. அதிர்வு அடங்க அடங்க ஒலியும் மங்கிக்கொண்டே வருகிறது. ஆனால் சுரம் மாறுவதே இல்லை. எனவே அதிரும் அளவு பெரியதாக இருந்தாலும் சிறியதாக இருந்தாலும் அதிரும் விகிதம் எப்போதும் ஒன்றாகவே இருக்கிறது என்பதை அறிகிறோம்.

இப்போது நீளம் குறைந்த ஒரு கத்தியைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்வோம். எப்போதும் அதிர்வின் ஒலி ஓரே சுரத்தில் உள்ளது என்பதையும் காண்கிறோம். ஒவ்வொரு தகடும் தனக்கென ஓர் அதிர்வு விகிதத்தைக் கொண்டிருக்கிறது. அதை விடாமல் கடைப்பிடிக்கிறது, ஆனால் குட்டையான தகடு எழுப்பும் ஒலியின் சுரம் உச்சமாக இருக்கும். இதில் ஐயமிருந்தால் நீண்ட தகடு ஒன்றையும் குட்டையான தகடு ஒன்றையும் அடுத்தடுத்து அதிர்வு ஒலியெழுப்பச் செய்து பார்க்கலாம். நீண்ட தகட்டைவிடக் குட்டையான தகடு அதிக விரைவில் அதிர்கிறது. நீண்டதைவிடக் குட்டையான பெண்டுலம் விரைவாக ஆடுவதைப் போன்றதே இது.

அதன் காரணமாகத்தான் நாம் கடிகாரங்களைப் பெற்றிருக்க முடிகிறது.

பெண்டுலத்தின் ஆட்டம் குறித்து கலிலியோ கண்டு பிடித்த உண்மைகள் சுவர்க் கடிகாரங்கள் செய்வதை சாத்தியமாக்கின. ஒரு கடிகாரத்தில் அங்குமிங்கும் ஆடும் பெண்டுலம் உள்ளது. ஒவ்வொரு ஊசலுக்கும் அது ஒரே அளவான நேரத்தை எடுத்துக் கொள்கிறது. ஒரே விகிதத்தில் கடிகாரம் இயங்கும்படியாகப் பெண்டுலம் செய்கிறது. அதன் காரணமாக இது ஒழுங்காக நேரம் காட்டுகிறது. கடிகாரத்துக்குப் பொருத்தமான சரியான நீளமுள்ள பெண்டுலம் இருக்க வேண்டும்.

ஒருமுறை சரியாக அமைத்துவிட்டால் அது சரியாக இயங்குகிறது. பெண்டுலத்தினுடைய நீளம் மாருத வரையில் அது ஆடும் நேரம் எப்போதும் ஒன்ருகவே உள் ளது. நீளத்தைக் குறைப் பதன் மூலம் வேகமாக ஆடச் செய்யலாம்; நீளத்தை அதிக ரிப்பதன் மூலம் வேகமாக ஆடச்செய்யலாம்.



படம். 13

கைக்கடிகாரத்தில் ஒரு சிறிய கம்பி (Hair-spring) ஒரே சீராக அதிர்வதைக் காணலாம். சுவர்க்கடிகாரத் தில் பெண்டுலம் செய்யும் வேலையையே இதுவும் செய் கிறது. ஏனெனில் அதன் அதிர்வு நேரம் மாறுவதே இல்லை—ஒவ்வொரு முறை அதிர்வதற்கும் ஒரே அளவு நேரம்தான் ஆகிறது—அதாவது சுருள் கம்பியின் நீளம் மாருமல் இருக்கும்வரை. சிறிய கடிகாரங்களில் இப்

போது பெண்டுலத்துக்குப் பதிலாக அதிரும் சுருள் கம்பிகள் பொருத்தப்பட்டு வருகின்றன.

வெப்பம் அதிகரிக்கும் நாட்களில் உலோகத்தினு லான சிறிய சுருள் கம்பி விரிவடைகிறது; அதனால் அது மெதுவாக அதிர்கிறது. அப்போது கடிகாரமும் மெது வாகப்போகத் தொடங்குகிறது. இதற்கென ரெகு லேடர் (Regulator) என்ற அமைப்பு உள்ளது. சுருள் கம்பியின் நீளம் குறையும்போது அதனை நீட்டவும், அதி கரிக்கும்போது குறைக்கவும் இது உதவுகிறது. சுருள் கம்பி பொருத்தப்பட்டுள்ள முனையில் ஒரு பகுதியை மூடி விடவோ, திறந்து விடவோ செய்யலாம். அதன் மூலம் அதிர்வு நேரத்தைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ முடியும். உயர்ந்த கைக்கடிகாரங்களில் தானாகவே சுருள் கம்பியை ஒழுங்கு படுத்தும் அமைப்பு இருக்கும். இது கடிகாரம் ஒரே சீராக இயங்கும்படி பார்த்துக்கொள்ளும்.

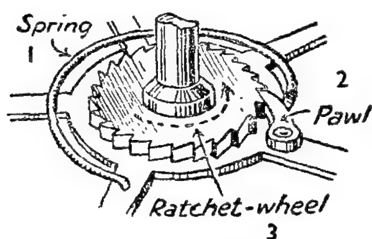
சக்தியை வினியோகித்தல்

கடிகாரங்களும், கைக்கடிகாரங்களும் தாம் இயங்கு வதற்குத் தேவையான சக்தியைச் சேமித்து வைத்துக் கொண்டுள்ள ஒன்றுகச் சுருள்கம்பியைக் கொண்டுள் ளன. சாவி கொடுத்து முடுக்குவதன் மூலம் நாம் சுருள் கம்பியில் சக்தியைச் சேமிக்கிறோம். இந்த சக்தி ஒன்றும் பெரியதல்ல. ஒரு கடிகாரத்தின் சாவியைத் திருப்பு வதற்கு அதிகப் பிரயாசை தேவைப்படுவது இல்லை. ஆனால் கடிகாரத்தை இயங்கச் செய்வதற்கு அது போது மானது.

கடிகாரத்தினுடைய சுருள் கம்பியில் சேமிக்கப் பட்டுள்ள சக்தி மெதுவாக வெளிப்படும்படியாக நாம் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். கடிகார சுருள் கம்பியை முடுக்கி அப்படியே விட்டுவிட்டால் ஒரு சில வினாடிகளில் அது பிரிந்து கொண்டுவிடும். முடுக்குவதற்கான நேரத்

தில் நூறில் ஒரு பங்கு நேரம்கூட இதற்கு ஆகாது. நமக்கு வேண்டியது அதுவல்ல. சேமித்து வைக்கப்பட்ட சக்தி கொஞ்சங் கொஞ்சமாக 28 மணி நேரத்தில் அல்லது எட்டு நாட்களில் அல்லது அதைவிட நீண்ட காலத்தில் வழங்கப்பட வேண்டும் என்று நாம் விரும்புகிறோம். இந்தக் கால அளவு எப்போதும் ஒருநாள் அல்லது ஒரு வாரம் அல்லது ஒரு மாதத்துக்குச் சற்றுக் கூடுதலாகவே இருக்கும். சரியான நேரத்தில் கடிகாரத்துக்கு சாவி கொடுக்க மறந்துவிடக் கூடுமல்லவா? அதற்காகவே இந்த ஏற்பாடு. உதாரணமாக எட்டு நாட்களுக்கு சேர்ந்தாற்போல் ஓடக்கூடிய கடிகாரத்துக்கு ஒவ்வொரு வாரமும் சாவி கொடுக்கவேண்டும்.

கடிகாரத்துக்கு விரைவில் சாவி கொடுக்கக்கூடிய விதத்தில் இருக்க வேண்டும் என்று விரும்புகிறோம். ஆனல் அதே வேகத்தில் சுருள் கம்பி தன் சக்தியை வெளியிடுவதை நாம் விரும்புவது இல்லை. அது மெதுவாகப் பிரிந்து சக்தியை வெளிப்படுத்த வேண்டும். இதற்கு பல் சக்கரமும் (Ratchet) முட்டுப்பல்லும் (Pawl) பயன்படுகிறது. (படம். 14).



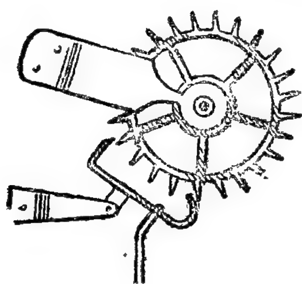
படம். 14

பல் சக்கரத்தின் பற்களெல்லாம் ஒரே பக்கமாகப் பார்த்துக் கொண்டிருக்கும் விதத்தில் இருக்கும். முட்டுப் பல்லை இந்தச் சக்கரத்தின் பல்லில் அழுத்திப்பிடித்துக் கொண்டிருக்கும் விதத்தில் ஒரு வில் இருக்கும். கடிகாரத்துக்கு சாவிகொடுக்கும்போது, பல் சக்கரத்தின் மத்தியில் சாவியை நுழைத்துத் திருகுகிறோம். அப்போது சக்கரமும் சுழல்கிறது. அம்புக்குறி போட்டுக் காட்டப்பட்டுள்ள திசையில் சக்கரத்தை சுழற்றுவதில் கஷ்டம்

எதுவும் இல்லை. முட்டுப்பல் சக்கரம் சுழலும்போது அதன் பற்களின் வளைந்த மேற்பகுதியில் எளிதில் நழுவி விடுகிறது. ஆனால் சுருள் கம்பி எதிர்த்திசையில் பிரிந்து விடாமல் முட்டுப்பல் தடுக்கிறது. நமக்கு வேண்டியதும் இதுதான்.

முட்டுப்பல் ஒரு பெரிய பல் சக்கரத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. அது சுருள் வில்லினுடைய அழுத்தத்தை இந்தச் சக்கரத்துக்கு மாற்றுகிறது. இந்த பல் சக்கரம் எளிதில் சுழலக்கூடியதாக இருந்தால் சுருள்வில் முற்றிலும் பிரியும் வரை சுற்றிக்கொண்டே இருக்கும். ஆனால் அப்படி சுலபமாகச் சுழலுமாறு அது அமைக்கப்பட்டிருக்கவில்லை. அடுத்தடுத்து தொடர்ச்சியாக ஒன்றையொன்று இயக்கும் பல சக்கரத் தொடர்களின் ஆரம்பமே இது. பெண்டுலம் அல்லது ஹேர் ஸ்பிரிங்குக்கு அருகாமையிலுள்ள சக்கரத்தில் வந்து இது முடிகிறது. சுருள் வில்லினுடைய அழுத்த் சக்தி ஒரு சக்கரத்திலிருந்து இன்னொன்றுக்கு மாற்றப்பட்டுக் கடைசிச் சக்கரத்தை அடைகிறது. கடைசியாகவுள்ள சக்கரமும் தாராளமாகச் சுழலும்படி விடப்பட்டிருந்தால், அது வெகு வேகமாக சுழல்வில் பிரியும்வரை சுழன்று கொண்டே இருக்கும்.

எஸ்கேப்மெண்ட்



படம். 15

இந்த சக்கரத்தொடரில் உள்ள கடைசி சக்கரத்தின் சுழற்சியை முறைப்படுத்தும் மிகவும் நேர்த்தியான அமைப்பு ஒன்று உள்ளது. இதற்கு எஸ்கேப்மெண்ட் (Escapement) என்று பெயர். (படம். 15) இது அங்குமிங்குமாக அசையும் ஒரு இயந்திர அமைப்பு. ஒரு சமயத்தில் ஒரு

பல் மட்டுமே தன்னைத் தாண்டிச் செல்லுமாறு இது செய்யும். ஒரு ஹேர் ஸ்பிரிங்கினுடைய அதிர்வின் மூலம் இது அப்படியும் இப்படியுமாக ஆடுமாறு அமைக் கப்பட்டுள்ளது. அதிர்வு எப்போதும் ஒரே மாதிரி இருக்கும். எனவே சக்கரத்தின் பற்களும் ஒரே சீராக சம கால அளவில் விடுவிக்கப்படும்.

மாறுமல் ஒரே வேகத்தில் சுழலும் ஒரு சிறிய சக்கரம் மட்டுமே உள்ளது. மற்றவையெல்லாம் அதற்கேற்ப முறையாக இயக்கப்படுகின்றன. சிறிய சக்கரம் 20 விஞடிகளுக்கொரு முறை அதாவது மணிக்கு 180 முறை சுழல்வதாக வைத்துக்கொள்வோம். முதல் சக்கரம் 180 முறை சுழன்ருல் கடைசிச் சக்கரம் ஒருமுறை சுழலுமாறு சக்கரத் தொடர்களை அமைக்க வேண்டும். அதாவது சுருள் வில்லுக்கும் எஸ்கேப்மெண்டுக்கும் இடையேயுள்ள வேக விகிதம் 180 : 1 என்று இருக்க வேண்டும்.

மணிகாட்டும் முள், நிமிஷ முள்ளைவிட 12ல் ஒரு பங்கு மெதுவாகச் சுழல வேண்டும். எனவே இவற்றின் வேக விகிதம் 12:1 என்றிருக்கும்படியாக அமைக்க வேண்டும்.

கடிகாரத்தைச் சரியாக வைத்தல்

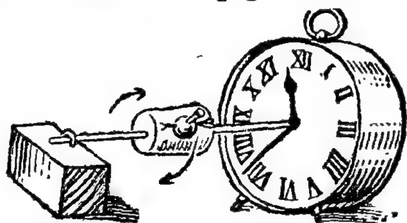
கடிகாரங்களைப் பற்றிய மற்ருெரு முக்கிய விஷயமும் உள்ளது. அது சரியான மணி காட்டும்படியாக அமைக்க வேண்டும். நிமிஷ முள்ளை வேகமாகச் சுற்ற முயன்ருல் எஸ்கேப்மெண்ட் மிகவும் துரிதமாக ஆடச் செய்யும். இம்மாதிரி நேருவது கூடாது. இப்பிரச்னையைச் சமாளிப்பதற்காக நாம் நிமிஷ முள்ளை ஒரு குழல் மீது அமைக்கிருேம். இது உறுதியாகப் பொருத்தப் பட்டிருப்பதால் நிமிஷ முள் குழலுடன் சேர்ந்தே சுற்று கிறது. குழலுடன் சேர்ந்து சுற்றும் விதத்தில் அது

பொருத்தப்பட்டிருக்கிறதே தவிர குழல்மீது சுற்றும் விதத்தில் இல்லை.

மணி காட்டும் முள்ளைச் சுற்ற முயல்வது கடிகாரத் துக்குக் கேடு விளைவிக்கக் கூடும். மணி காட்டும் முள் நிமிஷ முள்ளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது என்பதையும் இரண்டினுடைய வேக விகிதம் 1 : 12 என்றவாறு உள்ளது என்பதையும் நாம் நினைவில் கொள்ளவேண்டும். எனவே நிமிஷ முள்ளைச் சுற்றுவதற்கு தேவைப்படும் சக்தியைப்போல் 12 மடங்கு சக்தி மணி காட்டும் முள்ளைச் சுற்றத் தேவைப்படும். அவ்வளவு அதிக சக்தி முள்ளையாவது அத்துடன் இணைந்துள்ள சக்கரங்களில் ஒன்றையாவது உடைத்து விடக்கூடும்.

ஈர்ப்பு ஆற்றலின்றி வளர்தல்

வளரும் தாவரத்தைக் கொண்டு ஒரு ரசமான சோதனை செய்யலாம். இதற்கு ஒரு சிறிய கடிகாரமும் தேவைப் படும் (படம். 16) பல பட்டாணி விதைகளை முளைக்கச் செய்து அவற் றுள் வேர்களும் இலை



படம். 16

யுடன்கூடிய தண்டும் ஒரே நேராகவுள்ள ஒன்றை எடுத் துக் கொள்வோம். பின்வரும் வழியில் கருவியை அமைப் போம். ஒரு கார்க்கை எடுத்துக்கொண்டு அதன் நடு மத்தி யில் பின்னல் ஊசியைக் குத்திச் செருகவேண்டும். ஊசி யின் ஒரு முனையைக் கடிகாரத்தின் நிமிஷ முள்ளுடன் அதன் மையப்பகுதியில் இணைக்க வேண்டும். அரக்கினால் ஒட்ட வைத்து இவ்வாறு செய்யலாம். ஊசியின் மறு முனையை ஒரு மரத்துண்டு தாங்கி இருக்கும்படியாக

அமைப்போம். பட்டாணிச் செடியின் வேர்களும் இலைகளும் கிடைக் கோட்டில் இருக்கும் விதத்தில் கார்க்கில் ஒரு குண்டூசி கொண்டு குத்திவைப்போம்.

கடிகாரத்துக்கு சாவி கொடுத்து வைக்க வேண்டும். பட்டாணி விதைமீது அவ்வப்போது நீர்த்துளிகளை சொட்டவிட்டு ஈரமாக இருக்கும்படி பார்த்துக் கொள்வோம். இப்போது செடியின் வேர்களும் இலைகளும் கிடைக் கோட்டிலேயே வளர்வதைக் காணலாம். கடிகார முள் சுற்றுவதற்கேற்ப பட்டாணி விதையும் சுற்றி வருகிறது. எனவே வேர்களை கீழ்நோக்கியும் இலைகளை மேல் நோக்கியும் வளரச்செய்யும் ஈர்ப்பு ஆற்றலின் விளைவு இல்லாமல் போய்விடுகிறது.

இன்னொரு செடியை எடுத்து ஒரு மரப்பலகையின் மேல் வேர்கள் அதன் மேல் விளிம்பில் இருக்கும்படியாக குத்தி வைக்கலாம். அப்போது வேர்கள் கீழ்நோக்கி வளர்வதையும் இலைகள் மேல் நோக்கி வளர்வதையும் காணலாம்.

இந்த இரு பரிசோதனைகளையும் ஒளியின் விளைவுகள் பாதிக்காமல் இருக்கும் விதத்தில் இருட்டில் செய்து பார்க்கலாம்.

நேரப்படி வெடிக்கும் குண்டு

குறிப்பிட்ட நேரத்தில் வெடிக்குமாறு செய்யப்படும் குண்டுகளைப் பற்றிக் கேள்விப்பட்டிருக்கலாம். வாழ்க்கையில் இவை எப்போதாவது ஒரு சமயம் உபயோகிக்கப் பட்ட போதிலும் கற்பனைக் கதைகளில் அடிக்கடி உபயோகப்படுகிறது. கடிகாரத்தின் ஒலி எப்போதும் அவை இருப்பதைக் காட்டும். இதற்கு வெடிக்கும் குண்டு தவிர, ஒரு சிறு மின்சார பாட்டரி, கொஞ்சம் மின் கம்பிகள், ஒரு கடிகாரம் ஆகியவை வேண்டும். உரக்க ஒலிக்கும் மலிவான கடிகாரங்களைத்தான் இதற்கு உபயோகிப்

பார்கள். அப்போதுதானே கதாநாயகன் அதனைக் கேட்க முடியும்? மின் கம்பிகளுக்கிடையே சிறிது இடை வெளிவிட்டு கம்பிகளை குண்டுடனும் கடிகாரத்துடனும் இணைக்க வேண்டும். மணி காட்டும் முள் கம்பியைத் தொடும்போது முழு இணைப்பு ஏற்படும். குறிப்பிட்ட நேரத்தில் இவ்வாறு இணைப்பு ஏற்படும் விதத்தில் கடிகாரத்தை அமைக்க வேண்டும். இதில் அனுபவமில்லாதவர்கள் நிமிஷ முள் கம்பிகளைத் தொடும்படியாக அமைத்து விடுவார்கள். இதனால் அவர்கள் மீதே குண்டு வெடித்து விடும். அனுபவமுள்ளவர்கள் நிமிஷ முள்ளையே கடிகாரத்திலிருந்து எடுத்து விடுவார்கள்.

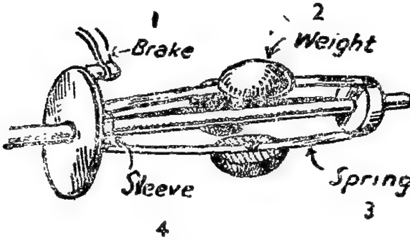
கடிகார விசை ரயில்கள்

விளையாட்டு ரயில்களை, கம்பித் தண்டவாளங்களின் மீது நாம் ஓடச்செய்யலாம். இவற்றை ஓடவைப்பதற்குத் தேவைப்படும் சிறிதளவு சக்தியை கடிகார விசை அளிக்கிறது. சுருள் வில்லைச் சுற்றும்போது நாம் சக்தியை அதில் சேமித்து வைக்கிறோம். இந்தச் சக்தியை ரயிலின் சக்கரத்துக்கு மாற்றும் பற்சக்கரத் தொடர் ஒன்று உள்ளது. மெதுவாக வெளிப்படும் சுருள் வில்லின் ஆற்றலை இந்தப் பற்சக்கரத்தொடர் படிப்படியாக துரிதமான தாக்கி ரயிலில் சக்கரங்களை வேகமாகச் சுழல வைக்கின்றன. சுழல்வில் எவ்வளவுக்கு சக்தி வாய்ந்ததாக உள்ளதோ அந்த அளவுக்கு அதிக நேரம் ரயில் ஓடும். உராய்வதின் மூலம் ஏற்படும் தடை சுழல்வில் வேகமாகப் பிரிந்து விடாமல் தடுக்கவும் உதவுகிறது.

சுழல்வது ஒழுங்காக இருப்பதற்காக ஃப்ளைவீல் (Fly wheel) எனப்படும் ஒரு சக்கரத்தைக் கடிகார விசையில் இயங்கும் கருவிகளுக்கு அமைப்பது உண்டு. இது சுழற்சி சீராக இருக்குமாறு கவனித்துக் கொள்கிறது.

கவர்னர்

கடிகார விசை பயன்படுத்தப்படும்போதெல்லாம் அது ரொம்பவும் வேகமாகச் சுழன்று விடாமல் தடுக்கக் கூடிய ஏதாவது ஒருவிதமான தடை அவசியமாகும். கடிகார விசையில் இயங்கும் விளையாட்டு ரயிலில் தேவையான தடையை வழங்கும் விதத்தில் நிறைய உராய்தல் உள்ளது. கடிகாரங்களில் எஸ்கேப்மென்ட் தடையாகச் செயல்படுகிறது. ஒரு கிராமபோனை இயக்குவதற்குத் தேவையான சிறிதளவு சக்தியை வழங்குவதற்கு கடிகார விசைப் பொறியமைப்பு வசதியாக உள்ளது. ஆனால் இதற்குத் தடை ஒன்றிருப்பது அவசியமாகும். இங்கு எஸ்கேப்மென்ட் பயன்படாது. ஏனெனில் அது அனுமதிக்கும் இயக்கம் தெறிப்பதுபோல் இருக்கும். கடிகார முட்கள் இப்படித்தான் நகர்கின்றன. ஆனால் கிராமபோன் முடிந்த அளவு மழமழப்பாகச் சுற்ற வேண்டும். கடிகாரங்களிலுள்ள தெறிக்கும் எஸ்கேப்மென்ட் அமைப்பும் கூடாது; விளையாட்டு ரயிலின் உராய்தல் சக்தியும் உதவாது. நாம் விரும்பும் விளைவை ஒரு கவர்னரால் கட்டுப்படுத்தப்படும் தடையைக்கொண்டு அடையலாம். (படம் 17).



படம். 17

இசைத் தட்டு எந்த அச்சின்மீது சுழல்கிறதோ அத்துடன் பற்சக்கரங்களினுல் கவர்னர் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சுழலும் ஒரு அச்சின் இரு விளிம்புகளிலும் வளைந்த விற்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ள மூன்று எடைகளைக் கொண்டது இது. வெளிப்புற விளிம்பு நிரந்தரமாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஆனல் உட்புறம்

உள்ளது இங்குமங்குமாக அச்சின்மேல் நகரக்கூடிய விதத்தில் அமைந்திருக்கும். நகரும் விளிம்பில் ஒரு பித்தளையினாலான வட்டத்தகடு பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இத்தகடு, தடைபோல் செயல்படும் ஒரு கம்பளிப் பட்டியை அழுத்திக்கொண்டிருக்கும்.

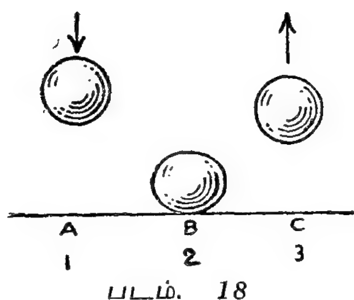
இசைத் தட்டு மிகவும் வேகமாகச் சுழல்வதாக வைத்துக்கொள்வோம். அச்சு மிக வேகமாக சுழல்கிறது. சுழலும் எடைக்குண்டுகள் அச்சிலிருந்து வெளியே விலகிச் சுற்றுகின்றன. நகரக்கூடிய விளிம்பும், பித்தளைத்தகடும் உள்நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றன. கம்பளிப் பட்டியினாலான தடைமீது தகடு உறுதியாக அழுத்துகிறது. அதனால் வேகம் குறைக்கப்படுகிறது. இசைத் தட்டு மிகவும் மெதுவாகச் சுழலும்போது கவர்னர் அச்சும் மெதுவாகச் சுழல்கிறது. எடைக் குண்டுகள் அச்சை நெருங்கி உள்ளன. பித்தளைத்தகடு வெளிப்புறமாக நகர்கிறது. அது கம்பளிப்பட்டியை அழுத்துவது லேசாக உள்ளது, இதனால் உராய்தல் குறைந்து வேகம் அதிகரிக்கிறது. சுருள்வில் பிரியும்போது உள்ள வேகம் எதுவாக இருந்தபோதிலும் கவர்னர் உடனே அதை சமனப்படுத்தி ஒரே சீரானதாகச் செய்து விடுகிறது.

சுழலும் வேகம் கம்பளிப்பட்டி இருக்கும் இடத்தைப் பொருத்திருக்கிறது. இந்தப் பட்டி பொருத்தப்பட்டுள்ள பகுதியை ஒழுங்குபடுத்தும் கருவி நகர்த்துகிறது. பட்டி வெளிநோக்கி நகர்வது அதனைத் தகட்டுக்கு அருகாமையில் கொண்டு வருகிறது. இது வேகத்தைக் குறைக்கிறது. பட்டி உள்பக்கம் நகர்வது வேகமாகச் சுழல இடமளிக்கிறது.

பந்து எம்புவது ஏன்?

இந்தியா ரப்பர் மீள் தன்மையுள்ளது. எனவே நாம் அதை சக்தியைச் சேமித்து வைக்க உபயோகித்துப்

பின்னர் வசதியான விதத்தில் திரும்பப் பெறலாம். திண்மையான இந்தியா ரப்பர் பந்து உயரத்திலிருந்து கீழே விழும்போது அழுத்தப்படுகிறது. (படம் 18) அது தன் பழைய உருவை யடையும் முயற்சியில் மேல்நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. அதாவது அது எம்புகிறது. வழக்கம் போல் இதிலும் ஓரளவு சக்தி வீணுகிறது. எவ்வளவு உயரத்திலிருந்து விழுந்ததோ அந்த அளவு உயரத்துக்கு பந்து எம்புவது இல்லே. பந்தை வேகமாகத் தள்ளி விட்டாலோ அல்லது மட்டையைக் கொண்டு அடித்தாலோ அந்த தள்ளும் அல்லது அடிக்கும் அதிகப்படி ஆற்றலேயும் பந்து பெறுகிறது. அப்போது இன்னும் உயரமாக எம்பவும் கூடும். உட்புறம் குழிவான பந்துகளில் மீள்தன்மையுள்ள காற்றும் அதை உள்ளடக்கிய மீள் தன்மையுள்ள ரப்பர் போர்வையும் உள்ளது. காற்று, ரப்பர் ஆகிய இரண்டும் இப்பந்து எம்புவதற்கு உதவுகின்றன.



படம். 18

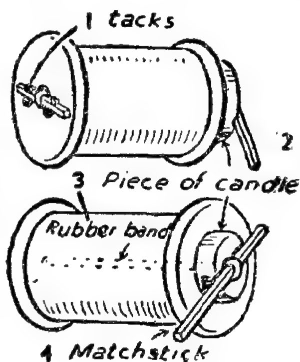
எம்பும்போது, பந்தை அழுத்துவதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்ட சக்தி மீண்டும் விரைவாக வெளியிடப்படுகிறது. இந்த இனிய பண்பினுல்தான் பந்து விளையாட்டுக்களே ஆடுவது சாத்தியமாகவுள்ளது.

ரப்பர் 'டாங்க்'

முறுக்கப்பட்ட ரப்பர் நாண்களில் சேமித்து வைக்கப்படும் சக்தியை சிறு பொறிகளே இயக்கப் பயன்படுத்தலாம். ரப்பர் நாணே முறுக்குவதற்கு விரல்களேக் கொண்டு சுற்றும் சக்திதான் இதில் சேமித்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. இது ஒன்றும் பெரிய சக்தி அல்ல. எனவே

இதைக் கொண்டு பெரிய வேலைகளைச் செய்ய முடியும் என்று எதிர்பார்க்க முடியாது.

மிகவும் எளிய விளையாட்டுப் பொருள்களில் ஒன்று இந்த 'டாங்க்'. நூல் சுற்றும் கட்டை, சில கொக்கிகள் இரண்டு நெருப்புக் குச்சிகள், மெல்லிய ரப்பர் நாண் ஆகியவை இதனைச் செய்யத் தேவை. நூல் கட்டையின் ஒரு முனையில் துளையைச் சுற்றி நான்கு சிறு கொக்கிகளை இடையே ஒரு நெருப்புக் குச்சியைப் பொருத்தக் கூடிய விதத்தில் மாட்டுகிறோம். (படம் 19). மற்றொரு முனையில் ஒரு மெழுகு வத்தியின் திரியை அகற்றி விட்டு வத்தியைச் செருகுகிறோம். வெளியே துருத்திக் கொண்டிருக்கும் வத்தியின் பரப்பில் ஒரு நெருப்புக்குச்சி பதியக் கூடிய விதத்தில் ஒரு காடி எடுக்கிறோம்.



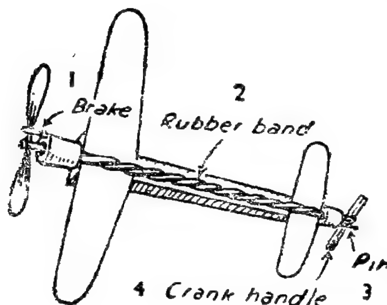
படம். 19

இப்போது ஒரு ரப்பர் வளையத்தை நூல் கட்டையின் துளை வழியே செலுத்தி இருபுறமும் இரண்டு நெருப்புக் குச்சிகளை மாட்டுகிறோம். ஒரு புறத்தில் குச்சியை கொக்கிக்குள் நுழைத்து அசையாமல் பொருத்தி விடுகிறோம். மெழுகுவத்தி உள்ள பக்கம் இருக்கும் குச்சி கட்டையைவிட சற்றுப் பெரியதாக இருக்க வேண்டும்.

நீண்ட குச்சியை சுற்றித் திருகி டாங்கை மேஜைமீது வைத்துவிடவேண்டும். நீண்ட குச்சி ரப்பர் நாணிருக்கும் முனையில் பிரியாமல் தடுத்துக் கொள்ளும். மறு முனையில் முறுக்கப்பட்ட ரப்பர் பிரியும்போது அது நூல் கட்டையை உருட்டுகிறது. வியப்பூட்டும் விதத்தில் டாங்க் நகர்கிறது. மெழுகுவத்தியை உபயோகிப்பதற்குக் காரணம் அது வைக்கப்படும் பக்கத்தில் உராய்தலைக் குறைப்

பத்றகாகும். அப்போது நூல் கட்டை சுழல்வது எளி தாக இருக்கும்.

மாதிரி விமானங்களேயும் படகு பொம்மைகளேயும் இயக்குவதற்கான சக்தியை சேமித்து வைக்கும் சாத னங்களாக முறுக்கப்பட்ட ரப்பர் நாண்கள் பயன்படுத் தப்படுகின்றன. (படம் 20) ஒரு சிறிய திருகின் மூலம் ரப்பர் நாணே முறுக்கு கிருேம். முறுக்கு பிரியும் போது விமானத்தின் உந்து விசிறியைச் சுற்றுகிறது.



படம். 20.

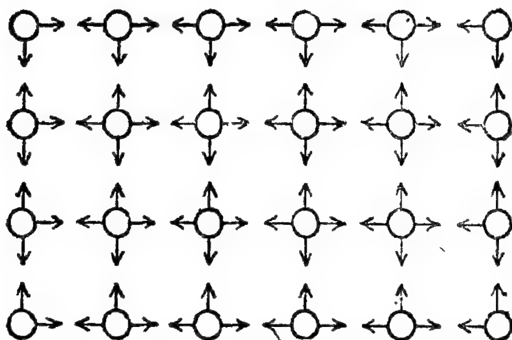
ரப்பர் நாணே ஒரு பக்கத்தில் முறுக்குவதும் அதன் சக்தியை மறுபுறத்தில் வெளிப்படச் செய்வதும் வழக்கம் தவருன பக்கத்தில் முறுக்குப் பிரியாமல் பார்த்துக் கொள் வது அவசியம். இதற்குப் பல் சக்கரங்களேயும், முட்டுப் பல்லேயும் உபயோகித்தால் போதுமானது. நமக்கு வேண்டியதெல்லாம் முறுக்கும் திருகைப் பிடித்துக் கொள்ள ஒரு ஆணிதான். உந்து விசிறி உள்ள பக்கத்தில் ஒரு சிறு தடை வேண்டும். ஒரு ஊசியின்மீது சுற்றும் சிறு உலோகத் துண்டாக இது இருக்கலாம். சுழல்வதை நிறுத்துவதற்கு இது கீழ்நோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. உந்து விசிறி சுழல வேண்டியிருக்கும்போது இதுமேலே தூக்கப்படுகிறது.

2. சிறிய முக்கியமான சக்திகள்

சில மிகச் சிறிய சக்திகள் உள்ளன; இவற்றைப் பொருட்படுத்துவது பயனில்லாதது போலவும் தோன்றும். அப்படியிருந்த போதிலும் அவற்றைக் காண முற்படும்போது அவை நமது வாழ்வில் எவ்வளவு பெரும் பங்கு வகிக்கின்றன என்பது வியப்பாக இருக்கும். சிறிய சக்திகளால்தான் வாழ்க்கையே சாத்தியமானதாகவுள்ளது.

திரவங்களின் மீள் தன்மை

மூலக்கூறுகள் (Molecules) மிகவும் நுண்ணிய பொருள்களாகும். எவ்வளவு ஆற்றல்மிக்க பெருக்காடியிலும் தனித்தனியே காணக்கூடாத அளவுக்கு நீரின்



படம். 1

மூலக் கூறுகள் அவ்வளவு நுண்ணியவை. ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் அதைச் சுற்றிலுமுள்ள மூலக் கூறுகளால் ஆகர்ஷிக்கப்படுகிறது. ஒரே சமயத்தில் எல்லாத் திசை

யிலும் இழுக்கப்படுவது, எந்தத் திசையிலும் இழுக்கப் படாதது போன்றதுதான். இழுக்கும் ஆற்றல் சம நிலையையடைந்து பலனை வெளிப்படுத்தாமல் இருந்து விடுகிறது; ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரில் அதன் மேற் புரம் உள்ள மூலக்கூறுகளின் அடுக்கு தவிர இதர மூலக் கூறுகள் எல்லாவற்றிற்கும் பொருந்தும் உண்மை இது. மேற்புறம் உள்ள மூலக்கூறுகளின் அடுக்கு, கீழேயுள்ள மூலக்கூறுகளால் கீழ்நோக்கி இழுக்கப்படுகின்றது. ஆனல், இதனை சமநிலைப் படுத்தக்கூடிய மேல் நோக்கிய இழுப்பு சக்தி எதுவும் இல்லை. (படம் 1)

விளைவு: நீர், மற்றும் இதர திரவங்களின் மேற் புறம், மிக மிக மெல்லிய மீள் தன்மையுள்ள பொருளால் மூடப்பட்டுள்ளது போல விறைப்பாக உள்ளது. ஒரு மூலக்கூறு அளவு கனமேயுள்ளது இந்தப் போர்வை. அதன் நீளும் தன்மை நாம் சாதாரணமாகக் காண முடியாத அளவுக்கு அவ்வளவு குறைவாகவுள்ளது. மேற்பரப்பு இழுவிசை (Surface Tension) இல்லாதது போலவே நாம் நீரில் கையை விடுகிறேம். ஆனல் அது முக்கியத்துவம் பெற்று விடும்வேறு சில சந்தர்ப்பங்களும் உண்டு.

மீள் தன்மையுள்ள மெல்லிய போர்வையைப் பற்றி நாம் நினைத்துக்கொண்டே போனல் மேற்பரப்பு இழு விசை பற்றிய நமது கருத்தில் தவறு ஏற்படாது. திரவத்தின் மேற்பரப்பில் ஒவ்வொரு இடத்திலும் வெளி நோக்கி இழுக்கும் ஆற்றல் உள்ளது. நீரில் மிதக்கும் ஒரு நெருப்புக்குச்சி இரு புறமும் சம அளவுக்கு இழுக்கப் படுகிறது. அதனல்தான் இந்தப்பக்கமோ அல்லது அந்தப் பக்கமோ அது இழுக்கப்படுவது இல்லை. ஆனல் ஒரு பக்கத்தில் நாம் இழுக்கும் சக்தியைக் குறைத்து விட்டால், மற்றொரு புறத்தில் அதிக அளவு இழுக்கும்

சக்தி இருப்பதன் காரணமாக அந்தப் பக்கமாக நெருப்புக்குச்சி இழுக்கப்படும். இந்த இழுவிசை எவ்வளவு என்பது கணக்கிடப்பட்டுள்ளது. அது ஒவ்வொரு அங்குலத்திலும் சுமார் 3·5 கிரெயின் ஆகும். 7000 கிரெயின்கள் கொண்டது ஒரு பவுண்டு. எனவே ஒரு பவுண்டு இழுவிசை 7000÷3·5=2000 அங்குலங்கள் அதாவது சுமார் 167 அடி பரப்பில் இருக்கும். இது ஒன்றும் பெரிய இழுவிசை இல்லைதான் என்றாலும் முக்கியமானது.

நீரில் எஃகு மிதத்தல்

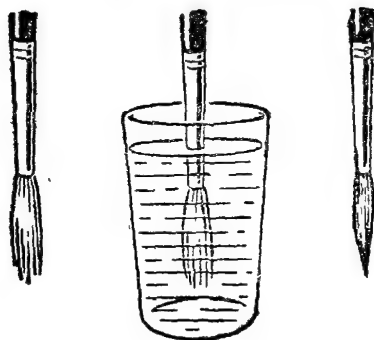
மேற்பரப்பு இழுவிசையின் ஒரு விளைவு என்னவென்றால், திரவத்தின் மேற்பரப்பு சிறிதளவு அழுத்தத்தைத் தாங்கும். மேற்பரப்பில் கவனமாக வைக்கப்படும் சிறு பொருள்கள் இவ்விசையினால் தாங்கப்பட்டு மிதக்கும். நீரைவிட இலேசான மரம், கார்க் போன்றவை மிதப்பதிலிருந்து முற்றிலும் மாறுபட்டது இது.

தையல் ஊசியை நீரில் மிதக்க விடுவது எளிது. ஆனால் அதற்குச் சிறிது கவனம் தேவை. ஏனெனில், எஃகு நீரைவிட ஏழரை மடங்கு அதிகக் கனமுள்ளது. இதற்கு ஊசி ஈரம்படாமல் வறண்டதாக இருக்க வேண்டும். ஈரமாக இருந்தால் மேற்பரப்பைப் பிளந்து விடுவோம். ஊசியைப் படுக்கை மட்டமாக வைத்துக் கொண்டு நீர்ப்பரப்பின்மீது மெல்லப் போட வேண்டும். இப்போது அது மிதக்கும். இவ்வாறு ஊசியை மிதக்க விடுவதில் ஏதேனும் கஷ்டமிருந்தால் ஊசியின்மீது இலேசாக வாஸ்லைனைத் தடவினால் போதும். ஊசியின் ஒரு முனையை மட்டும் லேசாக அழுத்தினால் அது மேற்பரப்பைப் பிளந்து கொண்டு உள்ளே அமிழ்ந்து விடும்.

சவரப் பிளேடுகளை அதிகப் பிரயாசையின்றி, நீரில் மிதக்க விடலாம். நீரின் மேற்பரப்பில் தட்டமாகப் போட்டால் போதும். பிளேடு மேற்பரப்பைப் பிளந்து கொண்டு அமிழுமாறு செய்வதற்குக் கணிசமான அளவு அழுத்தம் தேவைப்படும். பிளேடில் உள்ள துளை களினூடே நீர் மேல் நோக்கி சிறிய கண்ணாடிவில்லை போல் நிற்பதைக் காணலாம். அதாவது நீரின் மீள் தன்மையை நன்கு காணலாம்.

அன்றாட வாழ்வில் இழுவிசை

வர்ணம் பூச உதவும் பிரஷ் ஒன்று நமக்குத் தேவை. நமது சோதனைக்கு சிறியதைவிட பெரிய பிரஷ் ஒன்றை எடுத்துக்கொள்வது நல்லது. பிரஷ் நன்கு காய்ந்திருக்கும்போது அதிலுள்ள ஒவ்வொரு மயிரும் மற்றதிலிருந்து பிரிந்து தனித்தனியே இருக்கும். அவற்றை ஒன்றாக இணைத்துக்கொள்ள எதுவும் இல்லை. (படம் 2) அதே போல் பிரஷ்ஷை



படம். 2

நீருக்குள் அமிழ்த்திப் பார்த்தாலும் அதன் மயிர்கள் தனித்தனியே தான் இருக்கும். இப்போது பிரஷ்ஷை நீரிலிருந்து வெளியே எடுக்கிறோம். இதன் மயிர்கள் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக் கொண்டிருப்பதைக் காண்கிறோம். நீரின் மேற்பரப்பு இழுவிசை மூலம் அவை ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன.

மேற்பரப்பு இழு விசை பிரஷ்ஷினுடைய மயிர்களை ஒன்றாக இணைப்பது மட்டுமல்ல; சிறிதளவு நீரை பிரஷ் ஏந்தி இருக்குமாறும் அது செய்கிறது. நீரில் கரையும்

வர்ணத்தைக் கொண்டு சித்திரம் தீட்டும் ஓவியர், மேற்பரப்பு இழு விசை இருப்பதால் தான் ஓவியம் தீட்ட முடிகிறது. இந்தச் சிறு சக்தி இல்லாமல் இருந்தால் பிரஷ், வர்ணத்தை ஏந்திக்கொள்ள முடியாது. வரைவதற்கு ஏதுவாக பிரஷ்ஷின் மயிர்கள் ஒன்று சேராது. அப்புறம் நமது ஓவியங்கள் எல்லாம் மெழுகினாற்போல் தான் இருக்கும்.

மையைக்கொண்டு காகிதத்தில் எழுதுகிறோமே அதுவும் மேற்பரப்பு இழு விசை இருப்பதாலேயே சாத்தியமாகிறது. சில வரிகளை எழுதுவதற்குப் போதுமான மையை நிப் ஏந்திக் கொள்ளும்படியாக அது செய்கிறது. பவுண்டன் பேனாவில் மை வேகமாக ஒழுகி விடாமல் பார்த்துக்கொள்வதும் மேற்பரப்பு இழு விசை தான். தங்கள் பேனாவில் மையை ஏந்திக்கொண்டிருக்கும் சிறிய சக்தியை மக்கள் நினைவில் கொள்வது இல்லை. அந்த சக்தி மிகவும் சிறியது என்பது நினைவில் இல்லாமல் நிறைய மையை எடுத்துக் கொள்வதால் மேற்பரப்பு சிதறும்படி செய்து கறை விழச் செய்து விடுகிறார்கள்.

மை சிந்தியிருப்பதைப் பார்க்க ரசமாக இருக்கும். மேற்பரப்பு இழுவிசை அதற்கு அழகான வளைந்த உருவம் தருகிறது.

பெரிய துளியும் சிறு துளியும்

மை கொட்டிய இடத்தில் அத்துளியைப் பார்ப்பது நமக்கு சங்கடமாக இருக்கும். ஆனால் நீர்த்துளி அப்படியல்ல. மழை பெய்யும்போது ஜன்னல் கண்ணாடியின் வெளிப்புறத்தில் சில சமயங்களில் நீர்த்துளிகள் உருவாகும். கொஞ்சம் கொஞ்சமாக நீர் சேர்ந்து துளி உருவாவதையும் அது மெல்ல மெல்லப் பருத்து சிதறுண்டு விழுவதையும் காணலாம். வேறெதிலும் மேற்பரப்பு

இழுவிசை இவ்வளவு தெளிவாகப் புலப்படுவது இல்லை என்று கூடச் சொல்லலாம். நீர்த்துளி விழத் தொடங்கும் கட்டத்தில் அந்த நீர்த்துளியின் எடை நீர்த்துளியை உடைந்து விடாமல் பார்த்துக்கொள்ளும் மேற்பரப்பு இழு விசையின் அளவுக்குச் சமமாகும். தாமாகவே கீழே விழும் எல்லா நீர்த்துளிகளுக்கும் மேற்பரப்பு இழு விசை பெரும்பாலும் ஒன்ருகவே இருப்பதால் இந்த நீர்த்துளிகள் எல்லாம் அனேகமாக ஒரே அளவின தாக உள்ளன. தாமாக உருவாகி விழும் நீர்த்துளிகளுக்குத்தான் இது பொருந்தும். மரங்களிலிருந்தும் மற்ற பொருள்களிலிருந்தும் விழும் பெரிய துளிகளுக்கும், காற்றினுல் உருக்குலைந்து விழும் துளிகளுக்கும் இது பொருந்தாது.

துளிகளை அளத்தல்

ஆட்டி அசைக்கப்படாமல் தாமாக விழும் துளிகள் பெரும்பாலும் ஒரே அளவினதாக இருக்கும் என்பதைப் பார்த்தோம். ஏனெனில் மேற்பரப்பு இழு விசையிலிருந்து விடுபட்டு கீழே விழுவதற்கு ஒவ்வொரு துளிக்கும் ஓர் எடை இருக்க வேண்டும். எனவே சிறு அளவு திரவங்களை அளக்க துளியை நாம் ஓர் அளவையாகக் கொள்ளலாம். பல்வேறு திரவங்களுடைய துளிகளின் அளவும் ஓரளவு வேறுபடும். குறைந்த் அளவு மேற்பரப்பு இழு விசையுள்ள கனமான திரவம் சிறு துளிகளாக உடையும். ஆனுல் அதிக அளவு மேற்பரப்பு இழு விசையுள்ள இலேசான திரவம் பெரிய துளிசளாக விழும். அப்படியிருந்த போதிலும் ஒரு துளி அல்லது மினிம்—(Minim) ஓர் அளவையாகப் பயன்பட முடியும். பொதுவாக இது இவ்வாறு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

ஒரு டிராமில் 60ல் ஒரு பங்கு ஒரு மினிம் என்று கொள்ளப்படுகிறது. சிறு அளவு திரவத்தை அளக்கப் பயன்படும் அளவைக் கணக்கு வருமாறு:

60 மினிம்—1 டிராம்
8 டிராம்—1 அவுன்ஸ்
20 அவுன்ஸ்—1 பைன்ட்

நாம் அளக்கும் திரவம் நீராக இருந்தால் ஓர் அவுன்ஸ் நீரின் எடை ஒரு அவுன்ஸாக இருக்கும். ஒரு பைன்ட் நீர் ஒன்றே கால் பவுண்டு இருக்கும்.

சொட்டும் குழாய் நீர்

ஒரு பெருக்கல் கணக்குப் போடுவோம். ஒரு பைன்ட் என்பது 20 அவுன்ஸ்=$20\times8=160$ டிராம்= $20\times8\times60=9600$ மினிம். எனவே சுமார் பத்தாயிரம் மினிம் அல்லது முழு அளவுத் துளிகள் சேர்ந்தால்தான் ஒரு பைன்ட் ஆகும். ஒரு விஞடிக்கு ஒரு சொட்டு வீதம் சொட்டிக் கொண்டிருக்கும் குழாய் ஒன்றிருந்தால் அது ஒரு பைன்ட் நீரைச் சொட்டுவதற்கு சுமார் மூன்று மணி நேரமாகும். அதாவது 8 பைன்ட் அல்லது ஒரு காலன் ஒரு நாளைக்குக் கொட்டுகிறது. குழாயிலிருந்து எவ்வளவு நீர் கொட்டுகிறது என்பதைக் கணக்கிட விரும்பினுல் ஒரு நிமிஷத்தில் விழும் சொட்டுகளை எண்ணவும். 24 மணி நேரத்தில் எவ்வளவு சொட்டுகிறது என்பதை யறிய அதனை அறுபதாலும், இருபத்தி நான்காலும் பெருக்கவும், துளிகளைப் பைன்டாக கணக்கிட 9600ல் வகுக்கவும்.

நீர்த்துளியின் அளவு

ஒரு நீர்த்துளியின் அளவு என்ன? இதைக் கண்டு பிடிக்கப்போதுமான விவரங்கள் நம்மிடம் ஏற்கனவே உள்ளன. இந்தக் கணக்கு ஒன்றும் கடினமானதேயல்ல. ஒரு கன அடி $6\frac{1}{4}$ காலன் கொள்ளும் என்பதும் ஒரு கன அடி என்பது 1728 கன அங்குலம் என்பதும் நமக்குத் தெரியும்.

$$1 \text{ காலன்} = \frac{1728}{6\frac{1}{4}} \text{ கன அங்குலம்}$$

$$1 \text{ பைன்ட்} = \frac{1728}{8 \times 6\frac{1}{4}} \text{ கன அங்குலம்}$$

$$1 \text{ துளி} = \frac{1728}{9600 \times 8 \times 6\frac{1}{4}} \text{ கன அங்குலம்}$$

$$= \frac{1728}{9600 \times 50} \text{ கன அங்குலம்}$$

$$= \cdot 0036 \text{ கன அங்குலம்.}$$

ஒரு கன அங்குலத்தில் 300ல் ஒரு பங்கைவிட ஒரு துளி சற்றுப் பெரியது என்றும் கூறலாம். அல்லது சுமார் 300 துளிகள் சேர்ந்து ஒரு கன அங்குலமாகும் என்று சொல்லலாம்.

ஆனல் ஒரு முழு அளவுத் துளியின் விட்டத்தை அறிய நாம் விரும்புகிறோம். துளி கோள வடிவமாக இருக்கும். கோளத்தின் கன பரிமாணம் $\frac{4}{3}\pi\gamma^3$ ஆகும். γ கோளத்தின் ஆரமாகும்.

$$\frac{4}{3} \times 3{\cdot}14\gamma^3 = \cdot 0036 \text{ கன அங்குலம்.}$$

$$\gamma^3 = \frac{\cdot 0036 \times 3}{4 \times 3{\cdot}14} \text{ கன அங்குலம்}$$

பின்னத்தைக் கணக்கிட்டு அதன் கன மூலத்தைக் கண்டு பிடிக்கலாம். அல்லது அதைக் கண்டு பிடிக்க சம்வர்க்க மானத்தை (Logarithms) உபயோகிக்கலாம். எந்த முறையைப் பயன்படுத்திய போதிலும் நாம் $=\gamma \cdot 095$ அங்குலம் என்பதைக் காண்போம். எனவே ஒரு முழு அளவு துளியின் விட்டம் $2 \times \cdot 095 = \cdot 19$ அங்குலமாகும். அதாவது அங்குலத்தில் சுமார் ஐந்திலொரு பங்கு.

வியப்பூட்டும் துளை

மூடப்பட்ட ஒரு தகர டப்பியிலுள்ள நீர் கொட்டாமல் அதில் இடக்கூடிய பெரிய துளை எவ்வளவு இருக்கும்?

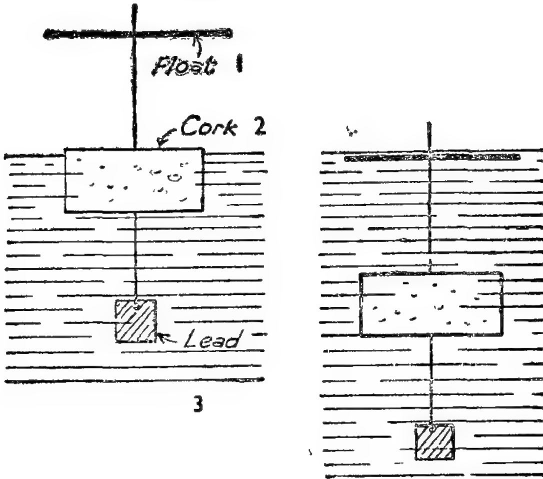
பரிசோதனை செய்து துளையின் அளவைக் கண்ட போது எனக்கு வியப்பே ஏற்பட்டது. இந்தசோதனைக்கு இறுக மூடப்பட்ட ஒரு சர்பத் டின் வேண்டும். டப்பியில் நீரை நிரப்பி இறுக்க மூடி விடவும். அடிப் பக்கத்தில் ஆணியால் ஒரு துளை போடவும். இப்போது டப்பியை செங்குத்தாய் பிடித்தால் நீர் வெளியே விழாது. ஒரு சாமணத்தின் பிடியை நுழைத்துத் துளையைச் சிறுகச் சிறுகப் பெரிதாக்கிக் கொண்டே வரவும். அரை அங்குல அளவுக்கு ஓட்டை செய்த பின்னர்தான் தண்ணீர் அதன் வழியே வெளிப்படத் தொடங்குகிறது என்பதைக் காண்போம்.

நீர் மேல் நடத்தல்

மேற்பரப்பு இழு விசை, மனிதர்களைப் போலவே மற்ற உயிர்களுக்கும் முக்கியமான ஒன்று. பல பூச்சி களும், சிற்றுயிர்களும் நீரின் விறைத்த பரப்பின் மீது ஓடுவதைப் பார்த்திருக்கலாம். நீர்ச் சிலந்திகள் நீர்ப் பரப்பின் மீது இஷ்டம் போல் ஓடிக் கொண்டிருக்கும். மேற்பரப்பைப் பிளந்து விடாத விதத்தில் அவற்றின் உடல் இலேசானதாகவுள்ளது. ஆனல் கனமுள்ள பூச்சிகள் மேற்பரப்பைப் பிளந்து விடும்.

இதில் மற்ெருரு அம்சமும் உள்ளது. இந்தப் பூச்சி களில் ஒன்று எப்படியோ மேற்பரப்புக்குக் கீழே போய் விட்டால் மீண்டும் அது மேலே வருவதற்குப் பெரிதும் கஷ்டப்படுகிறது. மேற்பரப்பை மேலேயிருந்து பிளப்பது கடினமாக இருப்பது போலவே கீழேயிருந்து பிளப்பதும் கடினமாகவுள்ளது. அந்தப் பூச்சி மீண்டு வெளிப்படு வதற்கான சிறந்த வழி அப்படியே கரைக்கு ஊர்ந்து வந்து மேலே ஏறுவதுதான். வெளியில் வந்த் பிறகும் பூச்சியின்மீது நீர் படிந்திருக்கும். இந்த நீர் உலர்ந்து ஆவியான பிறகுதான் அது உண்மையான விடுதலை பெற முடியும்.

நீரின் பரப்பைக் கீழேயிருந்து பிளப்பதிலுள்ள கஷ்டத்தை விளக்கக்கூடிய ஓர் எளிய பரிசோதனை உள்ளது, (படம் 3) இதற்கு ஒரு பெரிய கார்க், பத்து அங்குல நீளமுள்ள கம்பி, ஒரு சிறு எடை, ஒரு லேசான



படப். 3

மிதவை ஆகியவை தேவை. மிதவை ஒரு மெல்லிய தகரமாக இருக்கலாம்; அல்லது வேறு ஏதாவது லேசான பொருளாக இருக்கலாம்.

கம்பியின் நீளத்தில் மேற்புறம் பாதியும் கீழ்ப்புறம் பாதியும் இருக்கும்படியாகக் கம்பியை கார்க்கில் செருகுகிறோம். கம்பியின் கீழ் முனையில் எடையைக் கட்டுகிறோம். ஆழமான நீரில் இதை மிதக்க விடுகிறோம். கார்க்கின் மேற்புறம் நீர்மட்டத்துக்குச் சற்று மேலே இருக்கும்படியாகச் செய்ய நாம் எடையைச் சரி செய்ய வேண்டியிருக்கும். இந்த சோதனையில் ஏதேனும் கஷ்டம் ஏற்பட்டால் அது இந்தக் கட்டத்தில்தான் ஏற்படும்.

கருவி சரியாக மிதக்கும்படி செய்ய இந்தக் கஷ்டத்தை மேற்கொள்வது பயனுள்ளதுதான்.

இப்போது கம்பியின் மேல் முனையை மிதவையின் மையத்தினூடே அழுத்துகிறோம். இப்போதும் கருவி செங்குத்தாக மிதக்க வேண்டும். கம்பி அதனை உறுதியாகப் பற்றியிருக்க வேண்டும். அதில் ஏதேனும் கஷ்டம் இருந்தால் மேலே ஒரு மெல்லிய கம்பியைக் கட்டி விடலாம்.

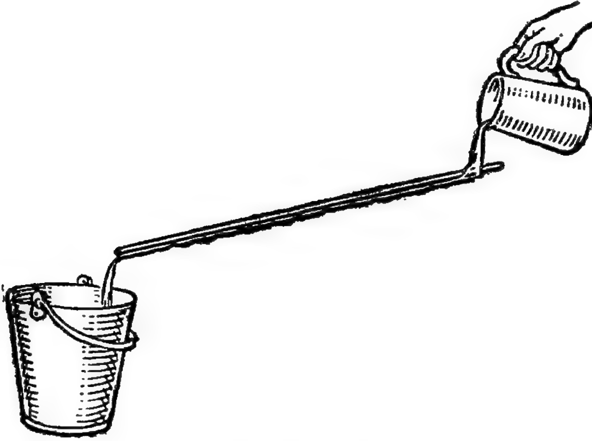
மிதவை நீருக்குக் கீழே இருக்கும்படியாகக் கம்பியை கீழ் நோக்கி அழுத்துகிறோம். மிதவை செங்குத்தாக இருப்பதற்காகக் கம்பியைப் பிடித்துக்கொண்டு கீழே போகச் செய்கிறோம். நீர் மட்டத்துக்குக் கீழே மிதவை இருக்கும்படியாகச் சற்று கவனத்துடன் நடந்து கொண்டால் செய்து விடலாம்.

இப்போது மிதவையின் ஒரு முனையை மேற் பரப்பைப் பிளக்கும் விதத்தில் தூக்கினால் கருவி முழுவதுமே மேலெழும்பி வந்து அதன் ஆரம்ப நிலையை யடைந்து விடும்.

வியப்பூட்டும் விளைவு

மேற்பரப்பு இழு விசைக்கான அசாதாரண உதாரணம் ஒன்றைப் பார்ப்போம். (படம் 4.) நமக்கு நீளமான ஒரு குச்சி வேண்டும். எவ்வளவுக் கெவ்வளவு நீளமாயிருக்கிறதோ அவ்வளவுக்கு நல்லது. லேசாகச் சாய்ந்திருக்கும் படியாக அதை அமைக்கிறோம். அதன் கீழ் முனையில் ஒரு வாளியை வைக்கிறோம். பிறகு ஒரு குவளையிலிருந்து மேல் முனையில் நீரை ஊற்றுகிறோம். நீர் கீழ் நோக்கிச் செல்கிறது; பின்னர் குச்சியின் கீழ்ப் பரப்போடு ஓடி வாளியை அடைகிறது. நீரை வேகமாக ஊற்றி விடாமல் நாம் கவனமாக இருக்க வேண்டும். இப்படி எவ்வளவு தூரத்துக்கு ஓடும் என்பதையறிய

வியப்பாக இருக்கும். நீரின் மீள் தன்மையுள்ள மேற் பரப்புதான் அதனை குச்சியைப் பற்றிக் கொள்ளச்



படம். 4

செய்கிறது. கிராமப் புறங்களிலுள்ள வீடுகளில் கூரையி லிருந்து நீர் வடிவதற்கு இம்முறை கையாளப் பட்டிருப் பதைக்காணலாம். குழாய்க்குப் பதிலாக விலை மலிவான மூங்கில் கம்புகள் உபயோகப்படுத்தப்படுகின்றன.

நீர் ஈரப்படுத்தக்கூடிய ஏதாவது ஒரு பொருளை நாம் உபயோகிக்க வேண்டும். இதற்கு மூங்கில் கொம்பு நன்கு பயன்படுகிறது. கொம்பின்மீது கிரீஸைத்தடவிவிட்டால் நீர் கொம்பை ஈரப்படுத்த முடியாது. அப்போது நீர் கொம்பின் மீது வழிந்து ஓடாது.

கோப்பையை நிறைத்தல்

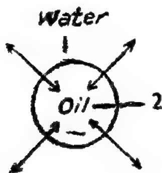
நீரின் மீள் தன்மையுள்ள மேற்பரப்பைப் பயன் படுத்தும் ஒரு தந்திரம் இது. ஒரு கோப்பை விளிம்பு வரை நிறைந்திருக்கும்படியாக நீரை ஊற்றுகிறோம். பிறகு மிகவும் கவனமாக கோப்பையில் கோலிக் குண்டு

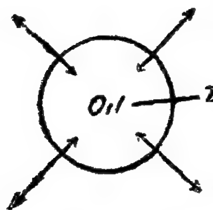
களை ஒவ்வொன்றாகப் போடுகிறோம். இதனை மிகவும் கவனமாகச் செய்தால் ஒரு சொட்டுத் தண்ணீர்கூடக் கோப்பையிலிருந்து வழியாமல் பல கோலிக் குண்டுகளைப் போடலாம். கோப்பையிலுள்ள நீரின் மேற்பரப்பைப் பார்த்தால் அது எவ்வாறு விளிம்பின்மீது பரவி நிற்கிறது என்பதைக் காணலாம், மேலும் மேலும் கோலிக் குண்டு களைப் போட்டுக்கொண்டே போனால் மீள் தன்மையுள்ள மேற்பரப்பைப் பிளந்துகொண்டு நீர் வெளிப்படும். சிறி தளவு நீர் கீழே வழியும்; மீண்டும் மேற்பரப்பு பழையபடி அமைந்துவிடும். அல்லது கோப்பையின் ஒரு மூலையில் விரலைவிட்டு மேற்பரப்பைப் பிளந்து சிறிதளவு நீர் வழியும்படி செய்யலாம்.

இதர திரவங்களில் மேற்பரப்பு இழுவிசை

மேற்பரப்பு இழுவிசையுள்ள திரவப்பொருள் நீர் ஒன்று மட்டுமல்ல. எல்லா திரவங்களிலும் மூலக் கூறு களின் இழுக்கும் சக்தி இருப்பதால் அவை எல்லாமே விறைத்த மேற்பரப்பைப் பெற்றுள்ளன. ஆனால் இதன் அளவு பெரிதும் வேறுபடுகிறது. பாதரசத்தின் மேற் பரப்பு இழுவிசை நீரினுடையதைப்போல் ஏழு மடங்கு அதிகமானது. உப்புக் கரைசல்களுடையதும் நீரைவிட அதிகமாக இருக்கும். எனவே நமக்குப் பெரிய துளிகள் தேவைப்பட்டால் நாம் நீரில் உப்பைக் கரைத்துக் கொள்ளலாம். ஆயினும் சில பொருள்களை நீரில் கரைத் தால் அவை மேற்பரப்பு இழுவிசையைக் குறைத்து விடு கின்றன. இப்பொருள்களில் சோப் ஒன்று. எவ்வளவு மெல்லிய சோப் குமிழ்களை ஊதிப் பறக்கவிட முடிகிறது என்பதைப் பார்க்கும்போது இக்கூற்று வியப்பாகவே தோன்றும். ஆனால் அது அப்படித்தான் உள்ளது. எண் ணெயும் நீரைவிடக் குறைந்த அளவு மேற்பரப்பு இழு விசையைப் பெற்றுள்ளது.

நீருள்ள ஒரு பாத்திரத்தில் நடுவே ஒரு சொட்டு பாரபின் திரவத்தை விடுவதாக வைத்துக்கொள்வோம். அந்த பாரஃபின் துளியைச் சுற்றிலும் இரு சக்திகளுக்கிடையே இழுபறி நடக்கிறது. பாரஃபின் துளியின் விறைத்த மேற்பரப்பு விளிம்பை உள் நோக்கி இழுக்கிறது. அதைச் சூழ்ந்துள்ள நீரின் விறைத்த மேற்பரப்பு அதனை வெளிப்புறம் நோக்கி இழுக்கிறது. (படம் 5) இவற்றில் எது வெற்றியடையும் என்பதில் ஐயமில்லை. நீரினுடைய அதிகப்படியான இழுக்கும் சக்தி துளியின் விளிம்பை இழுத்துக் கொண்டுபோய் கடைசியில் பாரஃபின், நீரின் மேற்பரப்பில் லேசாகப் படர்ந்து விடும். போதுமான அளவுக்கு மார்த்திரம் பெரியதாகவும், எண்ணெயின் அளவு குறைவாகவும் இருந்தால், மேற்பரப்பில் வான வில்லின் வண்ணங்களையடையும் விதத்தில் எண்ணெய் அவ்வளவு மெல்லியதாகப் படர்ந்திருக்கும். ஈரமான சாலைகளில் எண்ணெய் சிந்தி மெல்லியதாகப் படர்ந்திருக்கும்போது இந்த வண்ணங்களைக் காணலாம்.





படம். 5

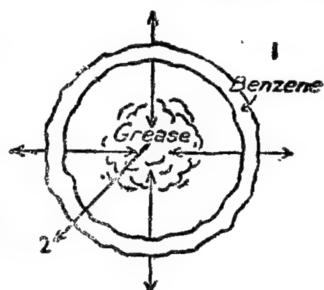
இரண்டு பீங்கான் தட்டுகளை அருகருகே வைப்போம். ஒன்றில் சிறிதளவு நீரும் மற்றொன்றில் சிறிதளவு எண்ணெயும் ஊற்றுகிறோம். பிறகு நீரில் இரண்டொரு துளி எண்ணெயையும், எண்ணெயில் இரண்டொரு சொட்டு நீரையும் விடுகிறோம். விளைவுகள் முற்றிலும் மாறாக இருக்கும். எண்ணெய்த் துளிகள் நீரின்மீது மெல்லியதாகப் படர்ந்திருக்கும். ஆனால் நீர்த்துளிகள் சூழ்ந்திருக்கும் என்ணெய்க்கிடையே அப்படியே இருக்கும். நீர் அதனூடே அமிழ்ந்துவிட முடியாத விதத்தில்

எண்ணெயின் பரப்பு அவ்வளவு மெல்லியதாக இருக்க வேண்டும்.

குளிக்கும்போது இதுபோன்ற விளைவு சருமத்தில் ஏற்படுவதைக் காணலாம். நீருக்குள்ளிருந்து காலை மேலே எடுத்தால் காலை மெல்லிய நீர்ச் சவ்வு மூடியிருக்கும். இது விரைவில் சிதறுண்டு பெரிய துளிகளாக மாறும். இதற்குக் காரணம் நமது சருமத்தில் மெல்லிய எண்ணெய்ப் படலம் இருப்பதுதான். நீர் அதன் அதிகப் படியான மேற்பரப்பு இழு விசையின் காரணமாக இழுக்கப்பட்டு துளிகளாக மாறுகிறது. எண்ணெய்ப் பசையுள்ள எல்லாப் பரப்பிலும் இவ்வாறுதான் நிகழும்.

பென்ஸீன்

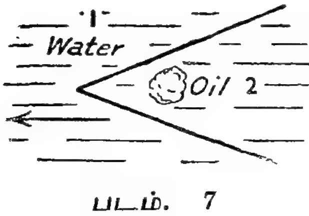
துணிகளில் பட்ட கிரீஸ் கறையைப் போக்குவதற்கு சில சமயங்களில் பென்ஸீன் (Benzene) உபயோகப்படுத்தப்படுகிறது. ஏனெனில் இது கிரீஸைக் கரைத்துவிடக் கூடியது. ஆயினும் அதை எப்படி உபயோகிப்பது என்பது நமக்குத் தெரிய வேண்டும். (படம் 6) குறிப்பாக, கிரீஸ் கரைந்த பென்ஸீனைவிட பென்ஸீன் குறைவான மேற்பரப்பு இழு விசையைக் கொண்டது என்பது நமக்குத் தெரிந்திருக்க வேண்டும். கிரீஸ் கறையின் மத்தியில் பென்ஸீனை சொட்டவிட்டால், கிரீஸ் வெளியே இழுக்கப்படுகிறது. எனவே அது பரவுகிறது. கிரீஸ் கறையைச் சுற்றிலும் வளையம்போல் பென்ஸீனை போடுவதுதான் சரியான வழியாகும். அப்போது கிரீஸ் உள் நோக்கி இழுக்கப்பட்டு நடுப்பகுதியை அடையும். அதை ஒரு துணியினல் துடைத்து எடுத்து விடலாம்.



படம். 6

உந்து விசையாக உபயோகித்தல்

ஒரு சிறிய படகை உந்தித் தள்ளுவதற்கான சாதனமாக மேற்பரப்பு இழுவிசையை உபயோகப்படுத்தலாம். படகு கனமானதாக இருக்கக்கூடாது. ஏனெனில் உந்து விசை அங்குலத்துக்கு மூன்று கிரெயினுக்கு மேல் இல்லை; இதைவிடக் குறைவாகவும் இருக்கலாம். எண்ணெய் பசையில்லாத ஒரு பாத்திரம் வேண்டும். இதற்குப் பாத்திரத்தை சோடாவினுல் தேய்த்துக் கழுவினுல் போதும். இதில் நீரை நிரப்புகிறோம். படகுக்கு சுமார் நான்கு அங்குல நீளமுள்ள ஒரு மெல்லிய கம்பி வேண்டும். அதைக் கோண வடிவில் இரண்டாக வளைக்கிறோம். (படம் 7) அதைப் பாத்திரத்தின் நடுவில் மிதக்க விடுகிறோம். கம்பியின் உட்புற வளைவில் கூர்முனைக்கருகே ஒரு சொட்டு எண்ணெயை விடுகிறோம். எண்ணெய் படர்ந்து கம்பிக்குப் பின்புறம் இழுவிசையைக் குறைத்து விடுகிறது. எதிரேயுள்ள நீரின் அதிகப்படியான இழு விசையினுல் கம்பி இழுக்கப்படுகிறது.



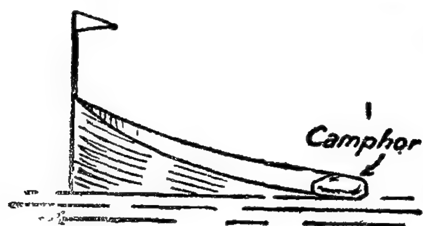
படம். 7

எண்ணெய்க்குப் பதிலாக சோப்புத் தூளையும் உபயோகிக்கலாம். சோப் கரைந்து கம்பிக்குப்பின் இழுவிசையைக் குறைத்து விடும்.

கற்பூரப் படகு

மேற்பரப்பு இழுவிசையினுல் உந்தப்படக்கூடியவற்றில் கற்பூரப்படகு ஒன்றுகும். (படம் 8) யார் வேண்டுமானுலும் இதனைச் செய்யலாம். இது இயங்குவது வியப்பூட்டுவதாக இருக்கும். எனக்குத் தெரிந்த ஒரு பெண் இந்தப் படகைச் செய்ய முயன்றதாகவும் ஆனுல் அதில் தோல்வியே அடைந்ததாகவும் கூறினுள்.

அவள் உபயோகித்த கார்க்கை சோதித்துப் பார்க்கும்படி கூறினேன். ஒரு எண்ணெய்ப் புட்டியின் கார்க்கை அவள் உபயோகித்திருக்கிறாள். அதனால் தான் அவள் சோதனை வெற்றி பெறவில்லை. எண்ணெய்ப் பசையில்லாத கார்க்கை உபயோகித்ததும் படகு சரியாக அமைந்து விட்டது.



படம். 8

எண்ணெய்ப் பசையில்லாத கார்க்கைக் கூரிய கத்தியினால் வெட்டிப் படகு செய்துகொள்ளலாம். பின்புறம் நீர்மட்டத்துக்கு அது வெட்டப்பட வேண்டும். அல்லது மிக மெல்லிய தகடை படகு உருவத்தில் வளைத்துக் கொள்ளலாம். இது கார்க்கைவிட சிறந்தது. பாய்மரத்துக்கு ஒரு நெருப்புக் குச்சியை உபயோகிக்கலாம். அதனைப் பசைகொண்டு ஒட்டுகிறோம். முக்கோணவடிவில் ஒரு காகிதத் துண்டை கொடிபோல ஒட்டலாம்.

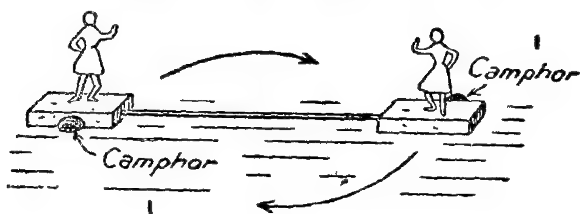
ஒரு அகலமான பாத்திரத்தை சோடா போட்டுத் தேய்த்துக் கழுவி நீரினால் நிரப்புகிறோம். படகையும் இவ்வாறு கழுவ வேண்டும். படகின் பின்புறத்தில் ஒரு கற்பூரத் துண்டை அது நீரைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் விதத்தில் வைக்கிறோம். நம் விரல்கள் உட்பட எல்லாமே எண்ணெய்ப்பசையின்றி இருந்தால் படகு வியப்பூட்டும் விதங்களில் நகர்வதைக் காணலாம். கற்பூரம் நீரில் இலேசாகக் கரைகிறது. அதனால் படகின் பின்புறம் இழுவிசை குறைகிறது. முன்புறமுள்ள நீரின் அதிகப்படியான இழுவிசை படகை நகரச் செய்கிறது. படகு இழுக்கப்படுகிறது. தள்ளப்படவில்லை.

எண்ணெய்ப்பசையுள்ள விரலால் நீரைத் தொட்டாலே போதும். படகு நின்றுவிடும். ஏனெனில்

இது நெடுகிலும் மேற்பரப்பு இழுவிசையைக் குறைத்து விடுகிறது.

சுழலும் நாட்டியக்காரிகள்

ஒரு கற்பூரத் துண்டை உந்து பொருளாக உபயோகப்படுத்தக்கூடிய மற்ெருரு வழியை (படம் 9) காட்டுகிறது. எண்ணெய்ப் பசையில்லாத இரு கார்க் துண்டுகளை எடுத்துக் கொள்வோம். பின்னர் ஊசியினுல் அவற்றை இணைத்து நீரில் மிதக்க விடுவோம். இரு கார்க்குகளிலும் கற்பூரத்துண்டை நீரைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் விதத்தில் வைப்போம். கற்பூரத் துண்டுகள் கார்க்குகளில் முன்புறம் ஒன்றும் பின்புறம்



படம். 9

ஒன்றுமாக வைக்கப்பட்டிருப்பதைப் படத்தில் கவனிக்கவும். எல்லா கருவிகளும் எண்ணெய்ப்பசை இன்றி இருந்தால் ஊசியின் மையத்தைச் சுற்றி படகு சுழலும். அம்புக்குறி காட்டும் திசையில் அது சுழலும். ஏனெனில் கார்க்குகளுக்கு முன்புறமுள்ள அதிகப்படியான இழுவிசையினுல் அவை இழுக்கப்படுகின்றன.

காகிதத்தில் மனித உருவங்கள்போலக் கத்தரித்து கார்க்கின்மீது பொருத்தலாம்.

தோட்டப் பூச்சியைப் போக்க

தோட்டங்களில் கிரீன்ஃபிளை (Green fly) எனப்படும் ஒரு பூச்சியினுல் தொந்தரவு ஏற்படுவது உண்டு. நீரைத்

தெளித்து இவற்றை விரட்ட முயற்சிப்பது பயன் தருவது இல்லை. அவற்றின் இலேசான உடல்கள் நீர்த்துளிகளின் மேற்பரப்பைப் பிளந்து செல்வது இல்லை. நீர் தெளித்து முடியும்வரை காத்திருந்து பின்னர் எப்போதும்போல் வெளிப்படுகின்றன. நீர் தெளிக்கும் வேகத்தினுல் அவற்றில் சில அப்பால் தள்ளப்படலாம். ஆனுல் அது அவற்றை மூழ்கடித்து விடுவது இல்லை. அவை மீண்டும் பறக்க முடியும். இப்பூச்சிகளை மூழ்கடிக்க எளிய வழி குறைந்த அளவு இழுவிசையுள்ள திரவத்தைத் தெளிப்பதுதான். இதற்கு நாம் எண்ணெயை உபயோகப்படுத்தலாம். ஆனுல் அதற்கு செலவு அதிகமாகும். நீரில் சிறிதளவு சோப்பைக் கரைத்துக்கொள்வதுதான் குறைந்த செலவில் செய்யக்கூடியதாகும். சோப் கரைத்த நீரில் பூச்சிகள் மூழ்கி விடுகின்றன. சோப் வேறெந்த பொருளுக்கும் தீங்கிழைப்பது இல்லை. இது மற்ருெரு சாதகம் ஆகும்.

கொசுக்கள்

கொசுக்கள் மக்களால் விரும்பப்படாத உயிர்களாகும். அவை தம் வாழ்வின் முதற்கட்டத்தை நீரில் கழிக்கின்றன. இந்தக் கட்டத்தில் அவைகளுக்குத் தேவையான உணவு நீரில்தான் கிடைக்கிறது. மீன்களைப்போல நீரில் கரைந்த காற்றை உட்கொள்ளாமல் நம்மைப் போலவே வெளிக்காற்றைச் சுவாசிக்கின்றன. எனவே சுவாசிப்பதற்கு அவை மேற்பரப்புக்கு வந்தாகவேண்டும். தேங்கிக் கிடக்கும் நீரில்பார்த்தால் தலைகீழாககொசுக்கள் நீர் மட்டத்தில் நிற்பதைக் காணலாம். அப்போது அவை சுவாசிக்கின்றன. அவற்றின் சுவாசக் குழல்கள் முனை வால்களில்தான் உள்ளது. மேற்பரப்புக்கு வந்ததும் சுவாசக் குழல்களை காற்றில் நீட்டுகின்றன. அவை நீர்ப் பரப்பைப் பற்றி நிற்பதற்கு நீரின் மீள் தன்மையுள்ள

பரப்பு வேண்டும். கொசுக்களை நாம் ஒழிக்க விரும்பினால் நாம் நீரின் மேற்பரப்பு இழுவிசையைக் குறைத்து விட்டாலே போதும். அப்போது மேற்பரப்பைப் பற்றி அவை நிற்க முடியாது. சுவாசக் குழல்களைக் காற்றில் நீட்ட முடியாது. எனவே அவை மூழ்கி மடிந்து விடுகின்றன. மேற்பரப்பு இழுவிசையைக் குறைக்க எண்ணெய்ப்படலம் போதும்.

பனமா கால்வாயைக் கட்டுவதற்குக் கொசுக்களை ஒழிக்கும் இந்த எளிய வழிதான் உதவியது. இக்கால் வாயைக் கட்டுவதற்கு மேற்கொண்ட முதல் முயற்சியை மலேரியா நோயினால் ஏராளமானவர்கள் இறந்ததின் காரணமாகக் கைவிட வேண்டியதாயிற்று. மலேரியா கிருமிகள் கொசுக்களின் மூலம் பரவுகின்றன என்பது பின்னர் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. மலேரியா நோய் பீடித்தவரின் ரத்தத்தை கொசுக்கள் உறிஞ்சிக் குடிக்கின்றன. பின்னர் கடிக்கிறவர்களுக்கெல்லாம் அந்நோயைப் பரப்புகின்றன. கொசுக்களின் பழக்கங்களைக் கண்டறிந்தது அடுத்த கட்டமாகும். அதனால் அவற்றை ஒழித்துவிடும் எளிய முறையும் கண்டறியப்பட்டது. குளம் குட்டைகள் போன்ற கொசுக்கள் வசிக்கக்கூடிய இடங்களில் எல்லாம் சிறிதளவு எண்ணெய் தெளிக்கப்பட்டது. அதனால் கொசுக்கள் மூழ்கி மடிந்தன. மலேரியா பரவுவது தடுக்கப்பட்டது. பனமா கால்வாயை வெட்டி முடிப்பதும் சாத்தியமாயிற்று.

நீரின் பரப்பு

நீரின் மேற்பரப்பு தட்டையாக இருக்கும் என்று நாம் கருதுகிறோம். ஆனால் அது முற்றிலும் சரியல்ல. சுழிகளையும் அலைகளையும் விட்டுவிட்டே இப்போது பார்ப்போம். கடலின் மேற்பரப்பு ஒரு மிகப்பெரிய கோளப் பரப்பின் ஒரு பகுதி என்பது நமக்குத் தெரியும். அசை

யாமல் தேங்கி நிற்கும் எந்த ஒரு நீர்ப்பரப்பும் இந்த் கோளப் பரப்பின் ஒரு பகுதியாகத்தான் இருக்க வேண்டும். சிறிய நீர்ப்பரப்பின் இந்த வளைவு மிகக் குறைவாக இருப்பதால் நாம் அதைக் கவனியாமல் விட்டு விடுகிறோம்.

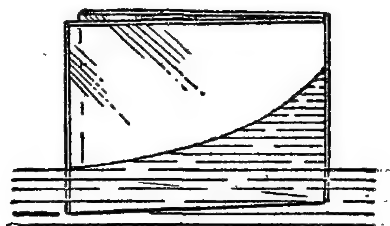
நீர்ப்பரப்பு மட்டமானதல்ல என்பதைக் காண மற்றொரு வழியும் உள்ளது. ஒரு கோப்பையில் விளிம்புக்கு மேல் நிற்கும்வரை நீரினால் நிரப்புகிறோம். விளிம்பைச் சுற்றிலும் அது வளைவாக நிற்பதைக் காண்கிறோம். காய்ந்த திரையில் நீர் பாயும்போது ஓரத்தில் வளைவைத் தெளிவாகக் காணலாம். திரையில் மட்டமாகப் பரவி விடாமல் நீர் நிற்கும்படி செய்வது மேற்பரப்பு இழு விசைதான்.

குறுகிய குழாய்களில் உள்ள நீர்

குறுகிய குழாய்களில், சூழ்ந்துள்ள நீரின் பரப்புக்கு மேலாக நீர் உயர்வது மேற்பரப்பு இழு விசையின் ஒரு விளைவாகும். (படம் 10) குறுகிய குழாயில் பரப்பின் வளைவை மிகவும் தெளிவாகக் காணலாம். இதை நாம் அளக்க விரும்பினால் மட்டமாக உள்ள இடத்தைத்தான் கணக்கிலெடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். வளைந்த இடத்தைக் கணக்கிடக்கூடாது.



படம். 10



படம். 11

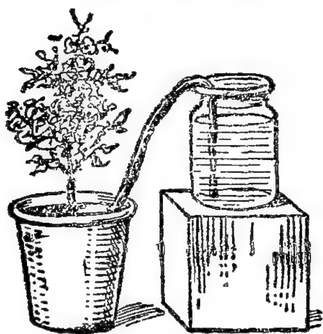
குழாய் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு குறுகியதாக இருக்கிறதோ அந்த அளவுக்கு உயரமாக நீர் உயரும். ஒரு பாத்திரத்தில் உள்ள தண்ணீரில் பல அளவான குழல்களை செங்குத்தாக நிறுத்தி இதைக் காட்ட முடியும். இது போலவே தெளிவாகவும் எளிதாகவும் இரு கண்ணாடித் தகடுகளைக் கொண்டும் காண்பிக்க முடியும். (படம் 11) இரு கண்ணாடிகளையும் நீரில் செங்குத்தாக நிறுத்திப் பிடித்துக் கொள்வோம். ஒரு பக்கத்தில் இரு விளிம்புகளும் சேர்ந்திருக்கும் படியாகவும் மறு முனையில் சற்றுத் தள்ளி இருக்குமாறும் வைத்துக்கொள்வோம். இரண்டு கண்ணாடிகளுக்கும் இடையேயுள்ள குறுகிய இடைவெளியில் நீர் உயர்ந்து நிற்கும். நீர் மட்டம் ஒரு வளைவு போல் இருக்கும். இரு கண்ணாடிகளும் விலகியுள்ள பக்கம் நீர்மட்டம் உயரக் குறைவாகவும் சேர்ந்திருக்கும் பக்கம் உயரமாகவும் இருக்கும்.

மயிர்களைப் போன்று மிக நுண்ணிய குழாய்களுக்கு நுண்குழாய்கள் (Capillary Tubes) என்று பெயர். இத்தகைய குழாய்களில்தான் நீர் மிகவும் அதிக உயரத்துக்கு மேலெழும்பி நிற்கிறது. நுண் குழாய்களில் நீர் மட்டத்தை உயர்த்தும் அழுத்த சக்தி ஒன்றும் பெரியதல்ல. ஆயினும் அது ஒரு முக்கியமான சக்தியாகும். அதற்கு நுண்புழைக் கவர்ச்சி (Capillary Attraction) என்று பெயர். மெழுகு வத்திகளும், விளக்குகளும் செயல்படுவதற்கு இந்தச் சக்திதான் காரணம்.

ஒரு விளக்குத் திரியைக்கொண்டு நாம் செய்யக் கூடிய சுவாரஸ்யமான சோதனை ஒன்றைப் பார்ப்போம். ஒரு துண்டு துணி அல்லது நூலைக்கொண்டும் இதனைச் செய்யலாம். ஒரு ஜாடியில் நீர் நிரப்பி ஒரு கட்டையின் மீது உயரமாக வைக்கிறோம். அதனருகில் சற்று கீழ் மட்டத்தில் மற்றொரு ஜாடியை வைக்கிறோம். விளக்கின் திரியை நீரில் நனைத்துப் பின்னர் அதன் ஒரு முனை

நீருள்ள ஜாடிக்குள் தொங்கிக் கொண்டிருக்குமாறும் மற்றொரு முனை காலியாகவுள்ள ஜாடியில் இருக்குமாறும் வைக்கிறோம். சிறிது நேரத்துக்குப்பின் திரியின் கீழ் முனையில் நீர் சேரத் தொடங்குவதையும் காலியான ஜாடியில் ஒவ்வொரு சொட்டாக விழத் தொடங்குவதையும் காணலாம். அப்படியே சில மணி நேரம் விட்டு வைத்தால் பெரும்பகுதி நீர் கீழேயுள்ள ஜாடிக்கு மாற்றப்பட்டு விடும்.

விளக்கின் திரி ஏராளமான சிறிய துவாரங்களைக் கொண்டதாக உள்ளது. இத் துவாரங்கள் ஒன்றுக்குள் மற்றொன்றாகச் செல்வதால் அவை முறுக்கப்பட்ட நுண் குழாய்கள் போல் உள்ளன. இக்குழாய்களில் நீர் உயர்ந்து நிற்கிறது. சிறிது நேரத்துக்குப் பின் அதன் கீழ் முனை வழியாக சொட்டத் தொடங்குகிறது. சில நாட்களுக்கு வீட்டை விட்டுப் போக வேண்டியிருக்கிறது என்று வைத்து கொள்வோம். அப்போது பூத்தொட்டிகள் நீர் இல்லாமல் வாடி விடக்கூடுமல்லவா? தொட்டிக்கு நீர் கிடைக்கும்படி செய்ய இந்த முறையைக் கையாளலாம். (படம் 12.)

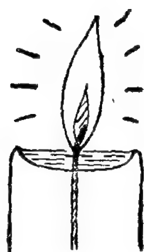


படம். 12

மெழுகுவத்தியும் விளக்குகளும்

விளக்குக்குத் திரியை உபயோகப்படுத்தும்போது அதில் எண்ணெய் உயர்ந்து நின்று அதன் மேல் முனையில் எரிகிறது. எண்ணெய் எரிவதன் மூலம் மேலே இடம் ஏற்படுவதற்கேற்ப மேலும் அதிக எண்ணெய் மேலே ஏறுகிறது. எண்ணெய் வேகமாக ஏறுவதற்கு உறிஞ்சுவதும் உதவக்கூடும்.

மெழுகுவர்த்தி பாரஃபின் மெழுகினால் செய்யப்பட்டது. அதன் நடுவே ஒரு திரி உள்ளது. மெழுகு உருகி திரியின் நுண்ணிய துவாரங்கள் வழியாக உயர்ந்து அதன் மேல் முனையில் எரிகிறது. திரியைச் சுற்றி ஒரு பள்ளம்போல் அமைந்து அதில் உருகிய மெழுகு திரவ நிலையில் தேங்கியிருக்கும். (படம் 13) கனமாகவுள்ள வத்திக்கு மெல்லியதை விடப் பெரிய திரி இருக்க வேண்டியது அவசியம். திரி சற்று எரிந்ததும் மெழுகை



படம். 13



படம். 14

உருக்கக்கூடிய விதத்தில் பெரியதாகவும் வெப்பம் மிக்கதாகவும் இருக்க வேண்டும். ஜுவாலை ரொம்பப் பெரியதாக இருந்தால் மெழுகு விரைவில் உருகிவிடும். அது வழிந்து கீழே விழுந்து வீணாகும்.

பிரம்பு ஏராளமான நுண்ணிய குழாய்களைக் கொண்டது. எனவே விளக்கின் திரிக்குப் பதிலாக அதை உபயோகிக்கலாம். (படம் 14) ஒரு புட்டியில் கொஞ்சம் பாரஃபின் எண்ணெயை விடுகிறோம். கணு இல்லாமல் ஒரு சிறு பிரம்புத் துண்டை வெட்டி எடுத்துக் கொள்கிறோம். புட்டிக்கு மேலாக இரண்டங்குலம்

நீட்டிக் கொண்டிருக்கும் அளவுக்கு இது இருந்தால் போதும். பிரம்பை புட்டிக்குள் செங்குத்தாக நிறுத்தி, புட்டியின் வாயில் பிரம்பைச் சுற்றிலுமுள்ள வெற்றிடத்தைக் காகிதத்தைச் சுருட்டி அடைத்து விடலாம். சிறிது நேரத்துக்குப் பின்னர் பிரம்பின் மேல் முனையை தீக்குச்சி கொண்டு பற்ற வைத்தால் எண்ணெய் பிரகாசமாக எரியும்.

வேறு சில உதாரணங்கள்

அன்றாட விஷயங்கள் பலவற்றில் நுண்புழைக் கவர்ச்சி செயல்படுகிறது. கடற்பஞ்சு (Sponge) சிறியதும் பெரியதுமான ஏராளமான துவாரங்களைக் கொண்டது. அதனால் அது நிறைய நீரை உறிஞ்சிக் கொள்ள முடிகிறது. தரையைக் கழுவுவது நுண்புழைக் கவர்ச்சிக்குச் சிறந்த உதாரணமாகும். உலர்ந்த துணி தரையிலிருந்து நீரை விரைவில் போக்காது. ஆனால், அது ஈரமானவுடனேயே நீரை வேகமாக உறிஞ்சிக் கொள்ளும். வேலைக்காரிகள் துணியை நனைத்துப் பிழிந்து விட்டுப் பின்னரே துடைப்பதைப் பார்த்திருக்கலாம். இது அவர்கள் அனுபவ அறிவைக் காட்டுகிறது.

மையொற்றும் தாள் மற்றொரு எடுத்துக் காட்டாகும். எழுதுவதற்கும் அச்சிடுவதற்கும் காகிதம் வழுவழுப்பாக இருக்க வேண்டும். எனவே காகிதம் தயாரிப்பவர்கள் அதிலுள்ள துவாரங்களை மூடுவதற்காக ஒரு விதமான பசையை மேலே தடவி விடுகிறார்கள். நல்ல முறையில் செய்யப்படாத காகிதத்தில் பசை அதிகம் இராது. அதன் மேல் பேனாவை வைத்ததுமே மையை உறிஞ்சத் தொடங்கி விடும். காகிதத்தில் மை ஊறுகிறது என்று கூறுகிறோமே அது இதுதான். மையொற்றும் தாள் எதேச்சையாகத் தான் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. தயாரித்த காகிதத் துக்கு

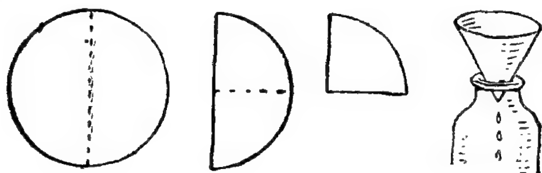
மேலே பசை தடவ மறந்து விட்டதால் இது கண்டு பிடிக்கப்பட்டது.

தாவரங்கள் உயிர் வாழ்வதைச் சாத்தியமாகச் செய்வது நுண்புழைக் கவர்ச்சிதான். தாவரங்களின் வேர்களிலிருந்து சாரம் சில சமயங்களில் 300 அடி உயரம் வரைகூட மேலேறுகிறது. தாவரங்களின் தண்டில் உள்ள நுண்ணிய குழாய்களில் திரவம் ஏறுவதற்கு நுண்புழைக் கவர்ச்சி சக்திதான் உதவுகிறது. ஆயினும் இதற்குத் துணை செய்ய வேறு சில சக்திகளும் உள்ளன. இலைகளி லிருந்து நீர் ஆவியாகிறது. நீர் இலைகளிலிருந்தும் சுற்றி யுள்ள கொம்புகளிலிருந்தும் உறிஞ்சிக் கொள்ளப் படுகிறது. இதனால் காற்று அழுத்தத்தின் மூலம் சாரம் மேலே இழுக்கப்படுகிறது. கோடைக் காலத்தில் வெப்பம் மிகுந்த நாளில் தாவரங்களின் மேலேயுள்ள இலைகள் வாடி வதங்கி விடுவதைக் கண்டிருக்கலாம். கீழேயிருந்து நீர் வந்து சேர்வதற்குள் அதி விரைவாக அவ்விலைகளிலுள்ள நீர் ஆவியாகி விட்டது.

கண்ணறைகள் உள்ளபொருள்கள் பலவிதமானவை. பெரிய கண்ணறைகளைக் கொண்ட கடற்பஞ்சு உள்ளது. துணிப்பொருள்கள் சிறிய கண்ணறைகளைக்கொண்டவை. செங்கல், பானை, மையொற்றும் தாள் போன்றவை மிக நுண்ணிய கண்ணறைகள் உள்ளவை. இப்படியே படிப் படியாகக் குறைந்து வந்து அநேகமாக கண்ணறைகள் இல்லாத, ஊடுருவ முடியாதவை என்கிறோமே அந்தப் பொருள்களை அடைகிறோம்.

மையொற்றும் தாளினுடைய கண்ணறைகள் மிகச் சிறியவை. அதனால் ரசாயன அறிஞர்கள் அதனை வடி கட்டுவதற்குப் பயன்படுத்துகின்றனர் (படம். 15). சில சமயங்களில் திரவங்களை சுத்தப்படுத்த சிறு வடிகட்டி தேவைப்படும். மையொற்றும் தாளைக்கொண்டு அதனைச் செய்யலாம். தாளை நான்கு அங்குல விட்டமுள்ள

வட்டமாக முதலில் வெட்டிக் கொள்வோம். இதை முதலில் இரண்டாகவும், பின்னர் மீண்டும் இரண்டாகவும் மடிக்கிறோம். இதனைத் திறந்து ஒரு புனலில் வைத்து புட்டியின் மேல் வைக்கிறோம்.



படம். 15

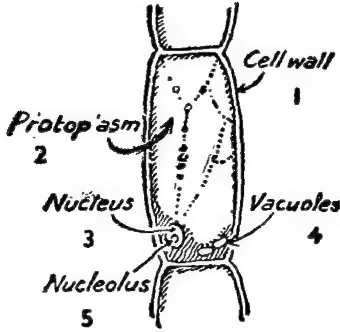
கலங்கலான திரவங்களை வடிகட்ட இதனை உபயோகப்படுத்தலாம். திரவம் கண்ணறைகள் வழியே பாய்கிறது. ஆனால் திடப்பொருள்கள் அதில் நுழைய முடியாததால் மேலே தங்கி விடுகின்றன. திடப்பொருள்கள் நிறையப் படிந்து கண்ணறைகளை மறைத்துக்கொண்டு விட்டால் மேற்கொண்டு திரவம் இறங்காது. அப்போது வேறொரு வடிகட்டி தேவைப்படும்.

இந்த மையொற்றும் தாள் வடிகட்டி திரவத்தில் கரைந்துவிட்ட பொருள்களை தன்னுள் நுழைந்து செல்லாமல் தடுப்பது இல்லை. உப்பு அல்லது சர்க்கரை கரைந்த நீர் அப்படியே மாறுதலடையாமல் வடிகட்டி வழியே செல்கிறது. கரைந்த உப்பு அல்லது சர்க்கரையின் துகள்கள், தாளின் கண்ணறையைவிட சிறியதாக இருப்பதே இதற்குக் காரணம்.

உயிரினங்களின் செல்கள்

விலங்குகளும் தாவரங்களும் சிறிய செல்களைக் கொண்டு அமைந்தவை (படம். 16). ஒவ்வொரு செல்லும் தன்னைச் சுற்றி ஒரு மெல்லிய படலத்தைக் கொண்டுள்ளது. இது ஒவ்வொரு செல்லையும் மற்ற செல்களி

லிருந்து பிரித்து நிற்கிறது. உயிரினங்கள் எப்போதும் புதிய செல்களை உண்டாக்கிக் கொண்டும், அழிந்துவிட்ட செல்களை அகற்றிக்கொண்டும் இருக்கின்றன. உயிரற்ற பொருள்களால் புதிய செல்களை உண்டாக்க முடியாது. இதுதான் இரண்டுக்குமிடையேயுள்ள வேறுபாடாகும்.



படம். 16

செல்களுக்கு ஊட்டமளிக்க வேண்டியிருக்கிறது. அதற்கான உணவுச்சத்து சூழ்ந்துள்ள படலங்களினூடே செல்களை அடைய வேண்டியிருக்கிறது. படலங்கள் உட்புகக் கூடியவையாக இருக்க வேண்டும். இல்லாவிட்டால் செல்களுக்கு ஊட்டம் கிடைக்காது. உயிர்கள் வாழவும் முடியாது.

இரண்டு கரைசல்கள் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். ஒன்று வீரியமானது; மற்றொன்று வீரியக் குறைவானது. இரண்டையும் ஒரு படலம் பிரித்து நிற்கிறது. இரு கரைசல்களும் படலத்தினுள் நுழைந்து செல்ல முடியும். ஆனால் வீரியம் குறைந்த திரவம், வீரியம் மிக்க திரவத்தைவிட விரைவாக உட்புக முடியும். எனவே வீரியமிக்க திரவத்தை நோக்கி ஒரு அழுத்தம் உள்ளது. ஒரு குழாயில் இந்த அழுத்தத்தின் மூலம் வீரியம்மிக்க கரைசலை வீரியக் குறைவான கரைசலைவிட அதிக உயரத்துக்கு உயர்த்த முடியும். இந்தச் செயல் முறைக்கு சவ்வூடு பாய்தல் (Osmosis) என்று பெயர். அழுத்தத்துக்கு சவ்வு அழுத்தம் (Osmotic Pressure) என்று பெயர்.

காரட், நுண்ணிய செல்களாலான ஓர் உயிர்ப் பொருள். ஒவ்வொரு செல்லையும் உட்புகக்கூடிய சவ்வுப்

படலம் மூடியுள்ளது. ஒரு கனமான காரட் துண்டை எடுத்துக்கொண்டு அதன் உச்சியில் ஒரு துளையைத் தோண்டுகிறோம். அந்தத் துளையில் ஒரு ஸ்பூன் உப்பைப் போடுகிறோம். இரண்டொரு மணி நேரத்துக்குப் பிறகு பார்த்தால் உப்பு நனைந்திருக்கும். அதை அப்படியே மறுநாள்வரை விட்டுவைத்தால் துளை முழுவதும் திரவம் நிரம்பி இருப்பதையும், உப்பு கரைந்து போய்விட்டதையும் காண்போம். இன்னொரு காரட்டை இதேபோல் மேற்புறம் குடைந்து அதில் உப்புப் போடாமல் அப்படியே விட்டுவைப்போம். மறு நாள் பார்த்தால் துளையில் ஈரப்பசையே இராது. ஏன் மெதுவாக உலர்ந்து கொண்டும்கூட வரும்.

ஏன்?

காரட்டைக் குடையும்போது சிலசெல்களை உடைத்து விடுகிறோம். அதிலிருந்து ஈரம் வெளிப்படுகிறது. அதில் சிறிதளவு உப்பு கரைகிறது. இப்போது செல்களுக்கு வெளியே வீரியம் மிக்க கரைசல் உள்ளது. உயிருள்ள செல்களிலிருந்து நீர் வீரியம் மிக்க கரைசலை நோக்கிப் பாய்கிறது. சவ்வூடு பாய்தல் நிகழ்கிறது.

இந்த ரசமான காரட் சோதனையை மேலும் தொடரலாம். காரட்டை அப்படியே சில தினங்கள் விட்டு வைத்து விடலாம். பிறகு பார்த்தால் நீர் வற்றிவிட்டதைக் காண்கிறோம். சவ்வூடு பாய்தல் நிகழ்வது நின்று விட்டது.

ஏன் இப்படி?

வீரியம் மிக்க உப்புக் கரைசல் தன்னைச் சுற்றியுள்ள செல்களிலிருந்து ஈரத்தை எடுத்துக்கொண்டு அவற்றைக் கொன்று விட்டது. நீர் இல்லாமல் எதுவும் உயிர் வாழ முடியாது. உயிரிழந்த செல்கள் மேற்கொண்டு நீர் பாய்வதைத் தடுத்து விட்டன. துளையில் ஏற்கனவே இருந்த நீர் மெல்ல உலர்ந்து விட்டது.

காய்களை அதிலுள்ள கிருமிகளைக் கொல்வதற்காக உப்புக் கரைசலில் கழுவுகிறோம். அப்போது காய்கள் சற்று சுருங்குகின்றன. காய்களிலிருந்து நீர் வெளிப்பட்டு உப்புக் கரைசலில் கலப்பதுதான் இதற்குக் காரணம். நீர் வெளிப்படுவதால் செல்கள் சிறியதாவதால் காய் சுருங்கு கிறது. இந்த விளைவைப் போக்குவதற்கு மீண்டும் காய் களைச் சுத்தமான நீரில் போடுகிறோம். இப்போது காய் களுக்குள்ளே வீரியமுள்ள கரைசல் உள்ளது. அதனால் நீர் அதற்குள் நுழைந்து காய் பழையபடி பருக்கிறது.

ஒரு மலர்க்கொத்தை எடுக்கிறோம். வெப்ப மிகுந்த நாளாக இருந்தால் ஆவியாவது நிறைய இருக்கும். செல்கள் சுருங்கி மலர் வாட ஆரம்பிக்கும். மலர்க் கொத்தை நீருள்ள பாத்திரத்தில் வைக்கிறோம். நுண் புழைக் கவர்ச்சி மூலம் சவ்வூடு பாய்தல் நிகழும் என எதிர்பார்க்கிறோம். இதன் மூலம் மலர்கள் மீண்டும் புதுமைத் தோற்றம் பெறும் என நம்புகிறோம்.

இதில் நாம் ஏமாற்றமடையக் கூடும். தண்டின் முனையிலுள்ள செல்கள் வறண்டுபோய் உயிரிழந்திருக்க லாம். அவை நீர் நுழைந்து செல்வதை அனுமதிப்பது இல்லை. இப்போது என்ன செய்வது? காம்பின் நுனியி லுள்ள உயிரிழந்த செல்களை வெட்டி யெறிந்துவிட்டு உயிருள்ள செல்களை நீரில் படும்படி வைக்கிறோம். இப் போது நீர் உள் நுழைய முடிகிறது. மலர்கள் புத்துயிர் பெறுகின்றன.

சில தண்டுகளில் வெந்நீர் மிகச்சிறந்த முறையில் பாய்கிறது. டூலிப் மலர்க் கொத்தின் தண்டு வாடி வளைந் திருந்தால் கொதிக்கும் நீருள்ள பாத்திரத்தில் தண்டை சீவிவிட்டு வைத்தால் உடனே உயிர்பெற்று வளைந்த தண்டு நிமிர்ந்து நிற்கும்.

வெண்ணிற டஃபாடில் மலர்க்கொத்தில் வியப் பூட்டும் விளைவு ஒன்றைக் காணலாம். நீரில் சிவப்பு

வர்ணத்தைக் கலந்து அது உள்ள பாத்திரத்தில் இம் மலரின் தண்டை வைக்கிறோம். சிறிது நேரத்துக்குப் பிறகு பார்த்தால் மலர்களின் இழை நரம்புகளில் செவ்வரி படர்ந்திருப்பதைக் காணலாம்.

தொட்டியில் வளரும்செடிக்கு கிடைக்கக்கூடிய சத்து குறைவாகவே இருக்கும். இதனை ஈடு செய்வதற்காக நாம் சில சமயங்களில் ரசாயன உரங்களைப் போடுகிறோம். உரத்தை அதிகமாகப்போட்டு விடாமல் நாம் கவனமாக இருக்க வேண்டும். வேர்களைச் சுற்றியுள்ள கரைசல் அதிக வீரியமுள்ளதாக இருந்தால் தாவரத்திலிருந்து நீர் வெளிப்பட்டுவிடும். தாவரத்துக்கு ஊட்டமளிப் பதற்குப் பதிலாக அதற்கு உணவும் நீரும் கிடைக்காமல் செய்து விடுகிறோம்.

இதுபோலவே அளவுக்கதிகமாக ரசாயன உரதனைதப் போடுவது நிலத்தை 'விஷம்' நிரம்பியதாக்கி விடும். அதன் காரணமாக அந்நிலத்தில் எதுவுமே விளையாது. மழை பெய்து அது கரைந்து அடித்துக்கொண்டு போகப் படும்வரை நாம் பொறுமையாகக் காத்திருக்க வேண்டும்.

கடலிலிருந்து மீட்கப்பட்ட நிலம் உப்பு நிரம்பியதாக இருக்கும். எனவே அதில் எதுவும் விளையாது. இந்த உப்பு எளிதில் கரையக்கூடியது. எனவே விரைவில் மழை நீரில் கரைந்து போய்விடுகிறது. பிறகு மீட்கப்பட்ட நிலத்துக்கு உரமிட்டு பயிர் செய்யலாம்.

உப்பு நீரின் விளைவு

கடல் மேல் செல்லும் படகுகளில் சிறிதளவு நீருடனே அல்லது குடிக்க நீரே இல்லாமலோ பல நாட்கள் இருக்கும்படி நேருவதுண்டு. அப்போது கடல் நீரைக் குடித்தாவது தாகத்தைத் தணித்துக் கொள்ளலாம் என்று அவர்களுக்குத் தோன்றக்கூடும்.

யாராவது ஒருவர் அவ்வாறு செய்து அதன் விளைவாக இறந்து போவதும் உண்டு.

கடல் நீர் தாகத்தைத் தணிக்காதது மட்டுமல்ல. நேர்மாறான விளைவையும் ஏற்படுத்துகிறது. தூய நீர் வீரியமுள்ள ரத்தத்துக்குள் நுழைந்து, நீர் தேவைப்படும் எல்லா களைப்படைந்த செல்களுக்கும் எடுத்துச் செல்லப் படுகிறது. கடல் நீர் அதிக வீரியமுள்ள திரவமாகும். எனவே, ரத்தத்திலிருந்து நீர் இதற்குள் பாய்கிறது. இதனால் முன்னைவிடத் தாகம் அதிகரிக்கிறது.

மூச்சுக் காற்றில் படம் வரைதல்

மூச்சுக் காற்றினால் எப்போதாவது நீங்கள் படம் வரைந்தது உண்டா?

அது அப்படித்தான் தோன்றுகிறது. உண்மையில் நாம் விரல்களினாலேயே ஜன்னல் கண்ணாடியில் சித்திரம் வரைகிறோம். அது நமக்குப் புலப்படாது. வரைந்த இடத்தில் நம் மூச்சுக் காற்று பட்டால் சித்திரம் நன்றாகத் தெரியும்.

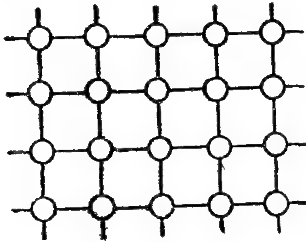
விரல்தான் கண்ணாடியில் ஏதோ செய்திருக்கிறது. கண்ணுக்குத் தெரியாத மெல்லிய அழுக்குப் படலத்தை அது சுத்தப் படுத்தியிருக்கிறது. மூச்சுக் காற்று படும் போது ஈரப்பசை சுத்தமாக்கப்பட்ட பகுதியில் உடனே படிவது இல்லை. மற்ற இடங்களிலேயே படிகிறது. அதனால் சித்திரம் வெளிப்படுகிறது.

திடப் பொருள்களின் மேற்படலம்

எல்லா திரவங்களிலும் இருப்பது போலவே திடப் பொருள்களிலும் மேற்படலம் இருப்பது வியப்புதரும் விஷயமல்ல. வெளிப்புறத்திலுள்ள மூலக்கூறுகள் திரவங்களில் மேற்பரப்பு இழு விசையை உண்டாக்கு கின்றன. அதுபோல் திடப்பொருளின் மேற்பரப்பி

லுள்ள மூலக்கூறுகளும் செயலூக்கத்துடன் திகழ்கின்றன. எதிர்ப்படும் எதையும் சமாளிக்கத் தயாராகப் படைவீரர்கள் இருப்பது போல் இது உள்ளது.

வேறு சிலவும் உள்ளன. நிக்கல் துண்டு ஒன்றிலுள்ள அணுக்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணைந்து உள்ளன. ரசாயன ரீதியாக இவை ஐக்கியப்பட்டுள்ளன. ஆனல் மேற்புறத்தில் உள்ள அணுக்கள் தனித்து உள்ளன. தன்னருகில் ஏதேனும் மூலக்கூறு வந்தால் அத்துடன் இணைந்து கொள்ளத் தயாராக அவை இருக்கின்றன. (படம் 17) உதாரணமாக சிறிதளவு ஹைட்ரஜன் இந்த மேற்பரப்பிலுள்ள நிக்கல் அணுக்களுடன் இணைந்து கொள்ளும். எனவே நிக்கல் துண்டின் மேற்புறத்தில் ஹைட்ரஜனும் நிக்கலும் சேர்ந்த கலவையின் பூச்சு இருக்கும். இது ஒரு மூலக்கூறு கனமே உள்ளது. ஓரங்குலத்தில் பத்து லட்சத்தில் ஒரு பங்கு கனம். இது நமக்குப் பெரிதாகத் தோன்ருது. ஆனல் அந்த மிக மெல்லிய படலமும் மிக முக்கியத்வம் வாய்ந்ததாக இருக்க முடியும்.



படம். 17

நிக்கலின் மேற்புறத்தில் ஹைட்ரஜன் உட்கவரப்பட்டுள்ளது (Absorbed) என்று கூறுகிறோம். ஆனல் இது உட்கவர்தல் அல்ல. கடற்பஞ்சு போன்றவை நீரை உறிஞ்சுக் கொள்வதை இவ்வாறு கூறலாம். இது ஒரு புற நிகழ்ச்சியேயாகும்.

குலுங்கும் மூலக்கூறுகள்

திடப் பொருளின் மேற்புறத்தை செயலூக்கமுள்ள ஒன்ருக நாம் நினைக்க வேண்டும். மேற்புறம் ஒரு போர் முகாம் போல அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் ஒன்ருகக்

கூடியுள்ளன. நெருக்கத்தின் காரணமாக உருவமே மாறிவிடக்கூடிய விதத்தில் அவை நெருக்கமாக இணைந்து இருக்கக்கூடும். இத்தகைய நிலையில்தான் அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும், புதிய பொருள்களை உண்டாக்குவதற்கு உடனே இணைகின்றன. இந்தப் புதிய பொருள்கள் தோன்றும் பரப்பு மேற்கொண்டு அவைகளுக்கு உபயோகம் இல்லாமல் இருக்கலாம். அவை தப்பித்துக்கொண்டு மேலும் அதிகமான அணுக்களுக்கும் மூலக் கூறுகளுக்கும் இடமளிக்கின்றன. எனவே, மேற்பரப்பு முழுவதும் தொடர்ந்து ரசாயன எதிர் விளைவுகள் நடைபெறுகின்றன.

இந்த ரசாயனச் செயல் உபயோகமான ஒன்ருகவும் இருக்கக்கூடும். கந்தகம் எரியும்போது நெடியுடன் வெளிப்படும் வாயு—கந்தக டையாக்சைடு தயாரிப்பது மிக எளிது. கந்தகத்தை எரித்தால் போதும். அது கிடைத்து விடும். ஆனால் கந்தக டிரையாக்சைடு தயாரிப்பது எளிதல்ல. இந்த வாயு மிகவும் முக்கிய மானது. இது நீரில் கரைந்து சல்பூரிக் அமிலம் உண்டா கிறது. எப்படியாவது கந்தக டையாக்சைடை மேலும் அதிக அளவு பிராண வாயுவுடன் இணையும்படி செய்ய வேண்டும். பிளாட்டினம் மேற்பரப்பில் இதுதான் நிகழ்கிறது. பிளாட்டினம் பிராணவாயு, கந்தக டையாக்சைடு ஆகிய இரண்டையுமே உட்கவர்கிறது. இரு வாயுக்களுடைய மூலக்கூறுகளும் இறுக்கப்பட்டு நிலைகுலைகின்றன. இதனால் அதிகப்படியான அளவு பிராணவாயுவுக்கும் கந்தக டையாக்சைடுக்கும் இடம் ஏற்படுகின்றது.

ஊக்கி என்பது என்ன?

தான் மாற்றமடையாமல் ஒரு ரசாயன விளைவு ஏற்படுவதற்குத் துணை புரியும் பிளாட்டினம் போன்ற பொருளுக்கு ஊக்கி (Catalyst) என்று பெயர்.

கந்தக டையாக்ஸைடு, பிராணவாயுவுக்கிடையே எதிரியக்கத்துக்கான ஊக்கி பிளாட்டினம் ஆகும். அது எப்போதும் போலவே இருக்கிறது. அளவு குறைவதோ கூடுவதோ இல்லே. எதிரியக்கம் ஏற்படக்கூடிய ஒரு பரப்பை அது வழங்குகிறது. இரண்டையும் ஒன்று படுத்துவதுடன் அதன் வேலே முடிந்து விடுகிறது. எனவே இதற்கு மேலும் மேலும் பிளாட்டினம் தேவைப் படுவது இல்லே. இதுவும் நல்லதிர்ஷ்டமேயாகும். ஏனெனில் பிளாட்டினம் மிகவும் விலேயுயர்ந்த உலோகம்.

ஒரு பிளாட்டினக் கட்டியின் மேற்பரப்பு சிறித்ளவே இருக்கும். எனவே எதிரியக்கம் மிகக் குறைவாக இருக்கும். அதனுல் கட்டியை உபயோகிப்பது லாபகர மானதல்ல. இதனே மெல்லிய தகடாக நீட்டி மேற் பரப்பை அதிகப்படுத்த முடியும். மேலும் சிறந்த முறையில் பயன்பட அதனே மெல்லிய தூளாக்கி விடலாம். தூள் எவ்வளவுக்குச் சன்னமாக இருக்கிறதோ அவ்வளவுக்கு மேற்பரப்பு அதிகமாகும்.

மெல்லிய தூளாக்கப்பட்டுள்ள ஊக்கியின் எல்லாப் பரப்பிலும் வாயுக்கள் பட வேண்டும். எனவே, உட் புகும் தன்மையுள்ள ஒரு பொருளில் இத்தூளேப் பரப்பு கிருேம். கல்நார் இதற்கு மிகவும் உபயோகமானது. எதிரியக்கத்தை அது எந்த விதத்திலும் பாதிப்பது இல்லே.

சில சமயங்களில் ஒரு ஊக்கும் பொருள் விஷத் தன்மையடைந்து விடுவது உண்டு. அது இரக்கத்துக் குரியது; ஏனெனில் பயனுள்ள எதிரியக்கம் நடை பெறுவது நின்று விடுகிறது. பயனுள்ள பொருள்களுடன் சில அசுத்தப் பொருள்களும் வந்து சேர்ந்து விடும்போது இவ்வாறு நேருகிறது. ஊக்கியின் மேற்பரப்புடன் இந்த அசுத்தங்கள் இணேந்து விடக்கூடும். படிப்படியாக இது

கிரகித்துக் கொள்ளப்பட்டு மேற்பரப்பு முழுவதும் ஒரு மூலக்கூறு கனத்துக்கு படலமாக அமைகிறது. இதனுல் பயனுள்ள எதிரியக்கம் ஏற்படுவது நின்று விடுகிறது.

ஹைட்ரஜனேயும் நைட்ரஜனேயும் ஒன்று படுத்துவதன் மூலம் அம்மோனியா உண்டாக்கலாம். எதிரியக்கத்தை விரைவு படுத்த ஒரு ஊக்கி தேவைப்படும். துரதிர்ஷ்ட வசமாக ஹைட்ரஜனில் அசுத்தப் பொருளாக கார்பன் மாஞக்சைட் உள்ளது. இது ஊக்கியைப் பாதித்து விடும். இரு வாயுக்களும் ஒன்று படு முன்பு இந்த அசுத்தத்தைப் போக்க வேண்டும். ரசாயன அறிஞர்கள் இவ்விஷயங்களைக் கவனமாக ஆராய வேண்டும். என்ன நேர்கிறது என்பதை மட்டும் கண்டு பிடித்தால் போதாது. ஏன் அவ்வாறு ஏற்படுகிறது என்பதைக் காணவேண்டும்.

பல்வேறு உலோகங்களேயும், உலோகக் கலவைகளேயும் ஊக்கிகளாக உபயோகிக்கலாம். நிக்கல், செம்பு, அலுமினு (அலுமினியம், பிராணவாயு சேர்ந்த கலவை) ஃபெரிக் ஆக்ஸைட் (இரும்பும் பிராணவாயுவும் சேர்ந்த கலவை) ஆகியவை இதற்கு உதாரணங்களாகும். தான் விரும்பும் எதிரியக்கம் நிகழ்வதற்கு பொருத்தமான ஊக்கியை ரசாயன அறிஞர்கள் தேர்ந்தெடுக்க வேண்டும்.

பயனுள்ள கரி

மிகவும் பயனுள்ள மற்ருெரு வகை கிரகிப்பும் உள்ளது. அதற்கு புழைக் கிரகிப்பு (Pore Absorption) என்று பெயர். கரித்துண்டு ஏராளமான நுண்ணிய துவாரங்களேக் கொண்டது. எனவே ஒரு சிறிய துண்டிலும் கிரகித்துக்கொள்ளும் பரப்பு நிறையவுள்ளது. கிரகித்துக்கொள்ளும் மேற்பரப்பில் வாயுக்கள் நெருக்கமாக உள்ளன. எனவே ஒரு கரித்துண்டு தன்னேப்

போலப் பல மடங்குள்ள ஒரு வாயுவைக் கிரகித்துக் கொள்ள முடியும். கரியைச் சூடுபடுத்தி அதன் மேற்புறத்திலுள்ள வாயுக்களை அகற்ற வேண்டும். இல்லாவிட்டால் ஏற்கெனவே மேற்பரப்பு வாயுக்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். கரியின் கிரகிப்பு சக்தியைப் பயன்படுத்தக் கூடிய ஒன்று உயர்ந்த அளவு சூனிய நிலையை உண்டாக்குவதாகும். கருவியிலிருந்து முடிந்த அளவு காற்றை முதலில் வெளிப்படுத்துகிறோம். எஞ்சியுள்ள வாயுவை வெளிப்படுத்தக் கரியை உபயோகிக்கிறோம்.

கரியினுல் வேறு பல பயன்களும் உள்ளன. சர்க்கரை கரைசலிலிருந்து நிறப்பொருளை அகற்ற உபயோகப் படுகிறது. அதனுல்தான் இவ்வளவு வெண்மையான சர்க்கரை நமக்குக் கிடைக்கிறது. நீரிலிருந்து சாயப் பொருள்களைப் பிரிக்கவும் கரியை உபயோகிக்கலாம். சாயப்பொருளை கரி கிரகித்துக் கொள்கிறது. பிறகு அதனை ஆல்கஹால் கொண்டு கழுவி அப்புறப்படுத்தி விடலாம்.

3. பொருள்கள் விழுவது எப்படி?

பொருள்கள் விழும் விதத்தில் நமக்கெல்லாம் அக்கறை இருக்கிறது. பீரங்கிப் படையினருக்கு ஒரு விதமான அக்கறை; வான இயல் அறிஞருக்கு வேறு விதமானது. வீடு கட்டுபவருக்கு ஒரு விதமானது. பாரசூட்டிலிருந்து குதிப்பவருடைய அக்கறை அவர் சம்பந்தப்பட்டது. இப்படி ஒரே விஷயம் ஒவ்வொருவருக்கும் ஒரு விதமான அக்கறையுள்ளதாக இருக்கிறது. ஒரு பெரிய மூடி திறந்த பெயிண்ட் டப்பி ஏணி மேலிருந்து கீழே விழுந்த போது அதில் எனக்கு ஒரு விசேஷ அக்கறை ஏற்பட்டது. தரையையடையும் வரை பெயிண்டும், டப்பியும் ஒன்ருகவே இருந்தன. பிறகு பெயிண்டுக்கு திடீரென்று உயிர் வந்தது. விழும்போது பெற்ற சக்தியனைத்தையும் உபயோகித்து அது தரையெங்கும் சிதறியது.

பொருள்கள் விழும் விதத்தை கவனித்தால் ரசமான பல விஷயங்களைக் கற்றுக் கொள்ளலாம். கலிலியோ காலம் வரை இதன் விஞ்ஞான அம்சம் குறித்து அதிகம் தெரியாமலேயே இருந்தது. ஆயினும் அவருக்கு முன் பிருந்த அறிஞர்கள் இப்பிரச்னையை விவாதித்து சில முடிவுகளுக்கு வராமல் இருக்கவில்லை. அந்த முடிவுகளில் பெரும்பாலானவை தவறு என்பதைப் பரிசோதனைகள் மூலம் கலிலியோ நிரூபித்துக் காட்டினர். ஒரு பொருள் விழும்போது தத்துவ ரீதியாக என்ன நடக்க வேண்டும் என்பதை விவாதித்துக் கொண்டிராமல் கலிலியோ இரண்டு கற்களை விழச்செய்து உண்மையில் என்ன நடந்தது என்பதைக் கவனித்தார். பைசா நகரின் சாய்ந்த கோபுரத்தின் மேலே கூடச் சென்று அங்கிருந்து கற்களை விழச் செய்தார். பெரிய கற்கள், சிறிய கற்கள்

ஆகிய இரண்டையும் விழச் செய்து அவை இரண்டும் ஒரே வேகத்தில் விழுகின்றன என்பதைச் செய்து காட்டினுர்.

நாமெல்லாம் கலிலியோவின் பரிசோதனையைச் திரும்பச் செய்யலாம். இவ்வளவு எளிய சோதனையை செய்து பார்ப்பது உசிதமல்ல என்று தோன்றினுல், அரிஸ்டாட்டிலால் வகுக்கப்பட்டு 2000 வருடங்கள் அமுலில் இருந்த ஒரு சித்தாந்தத்தை கலிலியோவின் கற்கள் தகர்த்தன என்பதை நினைவுபடுத்திக் கொள்வது நல்லது. ஏணியின் மேலிருந்து வெவ்வேறு அளவுள்ள இரண்டு கற்களை ஒரே சமயத்தில் போடுகிறேம். அவை ஒரே சமயத்தில் தரையை அடைகின்றன.

கல்லும் இறகும்

இந்தப் பரிசோதனையைப் பொறுத்த வரையில் எல்லாப் பொருள்களும் ஒரே வேகத்தில் விழுகின்றன என்று தோன்றுகிறது. அது ஏன் என்று இப்போது விளக்கம் கூறலாம். அருகருகேயுள்ள இரு செங்கற்கள் தள்ளப்பட்டால் ஒரே வேகத்தில் கீழே விழும். கல்லைச் சுற்றி ஒரு கயிறு இருப்பதால் விழுவதில் மாறுதல் ஏற்பட்டு விடாது. எனவே கட்டப்பட்ட இரண்டு கற்கள் ஒற்றைக்கல் போல அதே வேகத்தில்தான் விழும்.

ஆனுல் எல்லாமே அதுதான் என்றிருந்து விட முடியாது. சில பொருள்கள் வேறு பொருள்களைவிட விரைவில் கீழே விழுகின்றன என்பது நமக்குத் தெரியும். ஓர் ஈயக்குண்டைவிட ஓர் இறகு மிகவும் மெதுவாகவே கீழே விழும். காற்றின் எதிர்ப்பு சக்திதான் இந்த வேறு பாட்டுக்குக் காரணம் என்பதும் நமக்குத் தெரியும். ஒரு நாணயத்தையும் இறகையும் கொண்டு சோதனை செய்து இதைக் காட்டலாம். (படம் 1) ஒரு புறம் மூடப்பட்ட கண்ணுடிக் குழாயில் ஒரு இறகையும்,

25 பைசா நாணயத்தையும் வைக்கவும். சட்டென்று குழாயை தலை குப்புறக் கவிழ்த்தால் நாணயம், இறகை



படம். 1

விட விரைவில் கீழே விழுவதைக் காணலாம். குழாயிலுள்ள காற்றையெல்லாம் வெளியேற்றி விட்டு மறுமுனையையும் மூடி விடுவோம். இப்போது சட்டென்று குழாயைத் தலை குப்புறக் கவிழ்த்தால் இரண்டு பொருள்களும் ஒரே வேகத்தில் விழுவதைக் காண நமக்கு வியப்பாக இருக்கும்.

இதைக் கொண்டு ஒரு வேடிக்கையும் செய்து காட்டலாம். ஒரு நாணயத்தின் மீது இறகு ஒன்றை வைக்கிறோம். இது வெளியே நீட்டிக் கொண்டிராமல் கவனமாகப் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். (படம் 2) நாணயத்தை இரண்டு விரல்களைக் கொண்டு மட்டமாகப் பிடித்துக் கொள்கிறோம். பின் அதை அப்படியே கீழே



படம். 2

விடுகிறோம். நாணயமும் இறகும் ஒன்றாகவே தரையில் விழும். நாணயத்தைப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கும் விரல்களை சட்டென்று விட்டுவிட வேண்டும். மெதுவாக விட்டால் நாணயம் புரண்டு விடக் கூடும். இதற்குப் பதிலாக மெல்லிய காகிதத்துண்டு ஒன்றையும் வைக்கலாம். இது இன்னும் நன்றாகப் பயன்படும்.

அட்டையைப் போடுவது எப்படி

ஒரு அட்டைத்துண்டை நேராகக் கீழே விழும்படி செய்வதற்கு அதை நேராகப் பிடித்துக்கொண்டு கையை விட்டால் போதும் என்று எண்ணத் தோன்றும். செய்து பார்த்தால் இம்முறை தவறு என்பதைக் காணலாம். சற்று தூரத்துக்கு அட்டை நேராக விழவே செய்யும்.

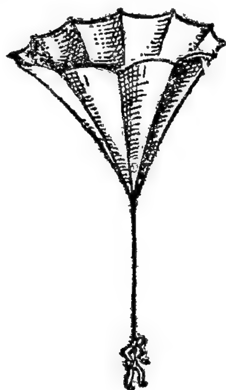
பிறகு காற்று அதைத் தாக்கிப் புரட்டிவிடும். பின்னர் அது ஆடி அசைந்து இஷ்டம்போலெல்லாம் புரண்டுதான் கீழே விழும். அது எப்படியெல்லாம் சாயும் என்பதை முன்கூட்டியே கூறமுடியாது. இப்போது அட்டையை மட்டமாகப் பிடித்துக்கொண்டு கீழே விடுங்கள். அது மெதுவாக அனேகமாக நேராகக் கீழே விழும். ஏனெனில் காற்று அதைத் தாங்குகிறது. ஒரு கடிதத்தைக் கொண்டு இதனை செய்து பாருங்கள், இதுதான் வசதியான முறை என்பது புலப்படும்,

சில சமயங்களில் பொருள்கள் மெதுவாக விழ வேண்டும் என்று நாம் விரும்புகிறோம். எனவே காற்று அவற்றை அழுத்துவதற்காக அவற்றிற்கு பெரிய பரப்பு இருக்குமாறு செய்கிறோம். இரண்டு காகிதங்களை அருகருகே இருக்குமாறு கீழே விழச்செய்தால் பெரும்பாலும் ஒரே வேகத்தில் அவை விழுகின்றன. வேகத்தில் சிறிதளவு வேறுபாடு இருக்கவும் கூடும். ஏனெனில் இரு தாள்களிலும் காற்று எப்படித் தாக்கும் என்பது குறித்து நாம் நிச்சயமாக எதுவும் கூற இயலாது. ஆயினும் வேறுபாடு ஒன்றும் அதிகமாக இராது. இப்போது ஒரு தாளை மட்டும் பல மடிப்புகளாக மடித்தும் மற்றதை அப்படியே வைத்தும் இரண்டையும் விழச்செய்யவும். இவற்றில் எது சீக்கிரமாக விழும் என்பதில் ஐயம் இருக்க முடியாது.

பாரசூட் இயங்குவது எப்படி

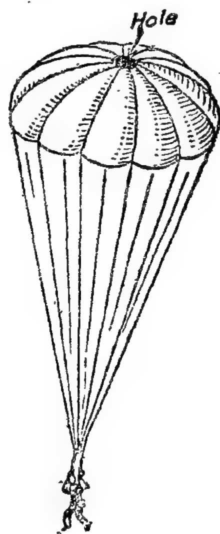
பாரசூட் மெதுவாக இறங்குவதற்கு வசதியாக அதில் சாத்தியமான அளவுக்கு அதிகமாகப் பரப்பு இருக்க வேண்டும். பாரசூட்டில் உள்ள ஒரு கஷ்டம் என்னவென்றால் அது மனிதனுடைய கணிசமான எடையையும் தாங்குமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது. பாரசூட் கீழ்நோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. அதனால் காற்று அதன் அடியில்

இறுக்கப்படுகிறது. பலூன்களிலிருந்து இறங்குவதற்கு ஆரம்ப காலத்தில் செய்யப்பட்ட பாரசூட்டுகளில் அழுத்தப்பட்ட காற்று அதனை இப்படியும் அப்படியுமாக ஆடவும் குலுக்கவும் செய்தது. இது வசதிக் குறைவானது மட்டுமல்ல; அபாயகரமானதும்கூட. படம். 3-ல் காணப்படுவது போன்ற அமைப்பில் பாரசூட் செய்யும் யோசனை யாருக்கோ தோன்றியது. காற்று இதைச் சுற்றிலும் வேகமாகப் போய் விடும். அதனால் ஆட்டம் இருக்காது என்று அவர் கருதினார். ஆனால் துரதிர்ஷ்டவசமாக அதைக் கண்டு பிடித்தவர் சிலவற்றைக் கணக்கி லெடுத்துக்கொள்ள மறந்து விட்டார். பாரசூட் உள் நோக்கி மடிந்தது. அதைக் கண்டு பிடித்தவர் தரையில் மோதி உயிரிழந்தார். அழுத்தப்படும் காற்று வெளியேறுவதற்காக பாரசூட்டின் மத்தியில் ஒரு துளை போடும் எண்ணம் யாருக்கோ தோன்றியது (படம். 4.) இது விரும்பிய பலனை அளித்தது. அத்துடன் மத்தியில் அழுத்தம் இருப்பதன் காரணமாக பாரசூட் ஸ்திரமாக இருக்கவும் செய்தது.



படம். 3

விமான கிளைடர்களிலும் இதே விதமான விளைவைத் தான் நாம் விரும்புகிறோம். பொருள் வேகமாக விழுந்து விடாமல் தாங்கிக் கொள்ளக் கூடிய பரவலான பரப்பு வேண்டும். இந்தப் பரப்பு



படம். 4

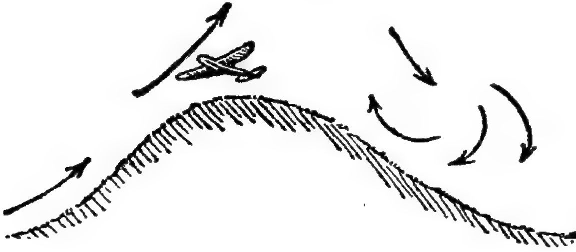
அநேகமாக கிடைமட்டமாக இருக்கும்படி செய்வதற்கு விமானத்திலுள்ளது போன்ற கட்டுப்பாடு விசைகள் வேண்டும்.

ஒரு கிளைடரை காற்றில் பறக்க விடுவது காற்றுடியைப் பறக்க விடுவது போன்றதாகும். காற்றுடியின் நூலைப் பிடித்துக்கொண்டு விடுவதுபோல், பலர் சேர்ந்து கயிறு கட்டி கிளைடரை இழுக்கலாம். அல்லது ஒரு மோட்டார் கார் இழுத்துச் செல்லலாம். மற்றொருமுறை கிளைடரை குன்றின் மேலிருந்து போதுமான வேகத்தை யடையும்வரை கீழே விடுவதாகும். ஆரம்ப வேகத்தை யடைவதுதான் முக்கியமான கஷ்டம். அதன் பிறகு பறக்கும் வேகத்தைக் காப்பாற்ற கிளைடருக்கு சிறிதளவு சக்திதான் தேவைப்படுகிறது. கிளைடருக்கு என்ஜின் கிடையாது. எனவே காற்றில் இருப்பதற்கு அதற்குள்ள ஒரே வழி சறுக்குவதுதான். அது பறப்பதற்கு தன் கனத்தைப் பயன்படுத்திக் கொள்கிறது. கிளைடர் காற்றில் பறக்கும்போது தொடர்ந்து கீழ் நோக்கிச் சறுக்குவது அசாதாரணமானதாகத் தோன்றலாம். ஆனால் வேகத்தை நிலைநாட்ட வேறு வழி எதுவும் இல்லை. கிளைடர் கீழே விழுவதன் மூலம் மேலே பறக்கிறது என்ற விசித்திர நிலையைக் காண்கிறோம்.

கிளைடர் தான் இயங்கும் காற்றுக்கேற்ப விழுகிறது; தரைக்கேற்ப அல்ல. கிளைடரை காற்றில் இருக்குமாறு செய்வதற்கு அதனை இயக்குபவர் மேல் நோக்கி வீசும் காற்றின் அழுத்தத்தை நம்பியிருக்க வேண்டியுள்ளது. அத்தகைய காற்று இல்லாவிட்டால் அவர் தரைக்கு வர வேண்டியது தவிர்க்க முடியாதது.

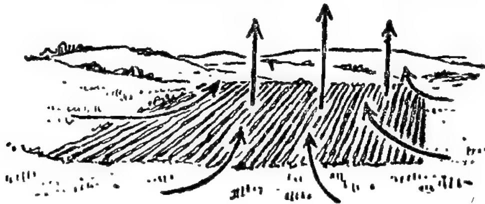
திறமையுள்ள கிளைடர் ஓட்டிக்கு மேல் நோக்கிய காற்றழுத்தத்தை எங்கே காணலாம் என்பது தெரியும். நிச்சயமாகத் தெரிந்தாலன்றி அவர் கிளைடரைக் கிளப்ப மாட்டார். குன்றுகளை நோக்கி வீசும் காற்று அதன்

சாய்வின் காரணமாக மேல் நோக்கித் திரும்புகிறது (படம். 5). இந்த மேல்நோக்கிய காற்று குன்றுகளுக்கு மேல் நூற்றுக் கணக்கான அடிகள்வரை இருக்கலாம்.



படம். 5

கிளைடரை ஓட்டுபவர் காற்றுக்கு எதிராகக் கிளம்புகிறார். மேல் நோக்கி வீசும் காற்று கிளைடரை மேலே பறக்கச் செய்கிறது. கிளைடர் வினாடிக்கு இரண்டு அடி வீதம் கீழே விழலாம். வினாடிக்கு மூன்று அல்லது நான்கு அடி வீதம் மேல் நோக்கிக் காற்று வீசினால் அது கிளைடரை வினாடிக்கு ஒன்று அல்லது இரண்டு அடி மேலே தூக்கிச் செல்லும். குன்றின் மறுபுறத்தில் கீழ்நோக்கி வீசும் காற்று இருக்கலாம். எனவே கிளைடரை ஓட்டுபவர் அந்தப் பக்கம் போய்விடாமல் கவனமாக இருக்கிறார்.



படம். 6

இலேசான நிறமுள்ள வயல்களைவிட அடர்ந்த நிற முள்ள வயல்கள் அதிகப்படியான சூரியவெப்பத்தைக்

கிரகித்துக்கொள்கின்றன. அவற்றின் மேலுள்ள காற்று, இதர வயல்களின் மேலுள்ளதைவிட வெப்பம் மிகுந்த தாக இருக்கிறது (படம். 6). வெப்பமான லேசான காற்று, சுற்றிலுமுள்ள வயல்களின் குளிர்ந்த கனமான காற்றினால் மேல்நோக்கித் தள்ளப்படுகின்றது. இது ஒரு கிளைடரை மேல் நோக்கிப் பறக்கச் செய்யப் போதுமான தாக இருக்கலாம். வெப்ப மிகுந்த நாட்களில் தார்பூசிய கூரைகளிலும் இதர கரிய மேற்பரப்பிலும் மேல்நோக்கிச் செல்லும் காற்றின் போக்கைக் காணமுடியும். இதன் விளைவுதான் வெயில் மிகுந்த நாட்களில் நாம் காணும் அசைவு.

சிலவகை மேகங்களில் மேல்நோக்கி வீசும் காற்று அதிகமாகவுள்ளது. இது மேலே ஆயிரக்கணக்கான அடி உயரம் வரை இருக்கலாம். திறமையுள்ள கிளைடர் ஓட்டிக்கு இது தெரியும். எனவே மேகத்துக்கு மேகம் சென்று கணிசமான தூரத்துக்குப் பறக்க அவரால் முடியும்.

மொய்க்கும் எறும்புகள்

பறக்கும் உயிரினங்களில் பல தாம் பறப்பதற்கு இந்த மேல் நோக்கி வீசும் காற்றை நம்பியிருக்கின்றன.

எறும்புகள் மொய்ப்பதைக் கவனிப்பது ரசமான அனுபவமாகும். கோடையின் பிற்பகுதியில் ஈசல்கள் தமது புற்றிலிருந்து ஆயிரக் கணக்கில் வெளியே வருகின்றன. புற்கள் மீதும் மலர்க் காம்புகளிலும், வேலியின் மீதும் அவை ஊர்ந்து திரிகின்றன.

இவற்றுள் ஒன்றைக் கவனிப்போம். புல்லின் உச்சிக்கு அது மேலேறிச் செல்கிறது. பின் தன் இறக்கையை விரித்துப் பறக்கிறது. பெரும்பாலும் புல்லின் மேலிருந்து தரையில் வந்து இறங்குவதுடன் அது பறப்பது முடிந்துவிடும். மீண்டும் ஊர்ந்து சென்று அது புல்

மீது ஏறும். பழையபடி பறந்து தரையில் இறங்கும். இப்படியே தொடர்ந்து செய்து கொண்டிருக்கிறது.

இதோ ஒரு எறும்பு காற்றில் பறக்கத் தொடங்குகிறது. அது தரையை நோக்கி விழுந்து கொண்டே இருக்கிறது. சட்டென்று மேலெழும்பிச் செல்கிறது. லேசான காற்றழுத்தமே அதனை மேலே தூக்கிச் செல்லப் போதுமானது போல் உள்ளது. அது அரை வட்டமாக மேலே செல்கிறது; மீண்டும் மேல் நோக்கிப் பறக்கிறது. தாறுமாறாக வளைந்து பறந்து மேலே மேலே அது செல்கிறது. இப்போது அது ஒரு புதர் மேலே உள்ளது. விரைவில் மீண்டும் கிளம்பிப் பறக்கிறது. இதேபோல் ஒவ்வொன்றாகக் கிளம்பிப் பறந்து கண்ணுக்கு மறைந்து விடுகின்றன. எல்லாமே பொதுவாக ஒரே திசையில் செல்கின்றன.

தேனீ பறப்பது போலவோ, குளவியின் போக்குப் போலவோ இது இல்லை. என்ஜின் இல்லாத கிளைடரை காற்றின் அழுத்தத்துக்கேற்பப் பறக்கச் செய்வதையே இது நினைவூட்டுகிறது. இறக்கையுள்ள எறும்புகள் சக்தியே இல்லாதவை என்று சொல்வதற்கில்லை. ஆனால் அது தன் இறகுகளை அடித்துக் கொள்வது பறப்பதற்கு காற்றில் எழும்புவதற்கும், காற்றோட்டத்துக் கேற்ப பறந்து செல்லவுமே போதுமானதாகவுள்ளது. ஒரு சில விநாடிகளில் நாற்பது அடி உயரத்துக்குப் பறப்பதற்குப் போதுமானதாக அது இல்லை. சற்று மேல் நோக்கிய காற்றோட்டம் இருக்கும் வெப்ப மிக்க மாலை நேரங்களையே எறும்புகள் பறப்பதற்குத் தேர்ந்தெடுக்கின்றன. சிறிதளவு காற்றும் கூட அவை பத்திரமாகப் பறப்பதற்கு உதவுகிறது. சாயங்காலம் நெருங்கி மேல்நோக்கி வீசும் காற்று இல்லாமற் போய் விடும்போது எறும்புகள் பறக்க முடியாமல் தமது புற்றுக்குத் திரும்பி விடுகின்றன.

வண்ணத்துப் பூச்சிகள் தமது இறக்கையை அடித்துப் பறக்கின்றன. எப்போதாவது அவை இறகை அடிக்காமல் கிளைடர் போல கீழ் நோக்கிப் பறந்து வருவது உண்டு. அப்போது அவற்றின் இறக்கை V என்ற எழுத்தின் உருவில் இருக்கும். அப்படியே வழுக்குவது போல் வந்து ஒரு மலரின் மீது அமரும். வெப்ப மிகுந்த நாட்களில் அவை காற்றின் மேல் நோக்கி வீசும் போக்கைப் பறப்பதற்குப் பயன்படுத்துகின்றன என்று தோன்றுகிறது. அத்தகைய நாட்களில்தான் அவை வீட்டுக் கூரைகள் மீது பறப்பதைக் காண்கிறோம்.

சிலந்தியின் தந்திரம்

கோடை கால ஆரம்பத்தில், குளிர்காலத்தை அவை கழித்த வலைகளிலிருந்து வெளிப்படும் சின்னஞ்சிறு சிலந்திகளைக் காணலாம். மறுநாளே வெப்பம் மிகுந்திருக்கும்போது அவை காற்றில் பல இடங்களுக்கும் செல்லத் தொடங்குகின்றன. ஒவ்வொரு சிலந்தியும் தானே ஒரு நூலை நூற்றுக்கொண்டு பொருத்தமான காற்றோட்டம் இருக்கும்போது பறக்கத் தொடங்குகின்றது. இதனால் இவை வெகுதூரம் பறக்க முடிந்து ஒரு புதர் அல்லது புற்றரைமீது வந்து இறங்குகின்றன. அது நூற்கும் நூல் பாரசூட் போலப் பயன்படுகிறது. அதனால் அது மிகவும் மெதுவாகக் கீழே விழுவது சாத்தியமாகிறது.

பறவைகள் பறப்பது

சிறிய பறவைகளில் சில பறப்பதற்கு இறக்கையை அடித்துக் கொள்வதை நம்பியிருக்கின்றன. மிகுந்த பிரயாசையுடன் அவை பறப்பது போலவும் பார்ப்பதற்குத் தோன்றும். ஒரு சமயம் சிறு பறவையொன்று பறக்கும் வேகத்தையிழந்து கல்லைப்போல் பொத்தென்று

என் காலடியில் விழுவதைக் கண்டேன். நான் பார்த்திருந்தவற்றிலேயே ஒரு அசாதாரண நிகழ்ச்சி அது. வேறு ஏதாவது பறவை அப்படி விழுகிறதா என்று கவனமாகப் பார்த்துக்கொண்டு வந்தேன். ஆனால் அது போல் மீண்டும் நான் காணவே இல்லை. அப்படி நேரும் போல் தோன்றிய சமயங்களில் எல்லாம் பறவை அரும்பாடுபட்டு மீண்டும் உயரப் பறந்துவிடும். சிறிய பறவைகளில் சில காற்றோட்டத்துக்கேற்ப மிதப்பதை நம்பியிருப்பது இல்லை என்று தோன்றுகிறது. நிச்சயமாகக் கீழேயிறங்கும் சமயங்களில் மட்டும் அதைப் பயன்படுத்திக் கொள்கின்றன எனலாம்.

ஒரு வகைக் காகம் பறப்பது விசித்திரமாகவுள்ளது. தமது இறக்கைகளை மெதுவாக அடித்து அவை பறக்கின்றன. அவை காற்றோட்டத்துக்கு ஏற்ப மிதந்து செல்வதைப் பார்ப்பது அரிது.

ஆனால், தூக்கணங்குருவிகள் அப்படியல்ல காற்றோட்டத்துக்கேற்ப மிதப்பதையே அநேகமாக அவை தாம் பறப்பதற்கு நம்பியுள்ளன. எப்போதாவதுதான் இறக்கையை அடித்துக்கொள்கின்றன. தூக்கணங்குருவிகள் பறப்பதைக் கவனிக்கும்போது நாம் காணும் மிகவும் ரசமான அம்சம் மேல் நோக்கி வேகமாகப் பறக்கும்போது அது தன் வேகத்தை இழந்து விடுவதாகும். அப்போது தன் இறக்கைகளை அடிக்கத் தொடங்கும். பறவை கீழ் நோக்கி சட்டென்று திரும்பிக் காற்றில் வழுக்கிக் கொண்டு வரும்போது இழந்த வேகத்தைத் திரும்பப் பெற்றுவிடும். வழக்கமாக தூக்கணங்குருவி பறக்கும் வேகத்தை இழந்து விடு முன்பே திரும்பிவிடும். எப்போதாவதுதான் அது அதிக உயரத்துக்குச் செல்லும்.

கொடிய பறவைகள் காற்றோட்டத்துக்கேற்ப வழுக்கிப் பறப்பதில் பெருந் தேர்ச்சி பெற்றுள்ளன.

பரந்து விரிந்த இறக்கைகளுடன் அவை காற்றில் வட்டமிடுகின்றன. அப்போது அவற்றின் இறக்கைகள் அடித்துக் கொள்வதேயில்லை. புவிஈர்ப்பு சக்தியையே பொய்யாக்கி விட்டதுபோல அப்போது தோன்றும். ஆனால் இது உண்மையல்ல. வேறு எந்தப் பொருளையும் போல இவைகளும் கீழ் நோக்கி விழத்தான் செய்கின்றன. மேல் நோக்கி வீசும் காற்றைப் பயன்படுத்திக்கொண்டு, கீழ்நோக்கி அதன் எடை இழுக்கப்படுவதைக் குறைத்துக்கொள்ளும் ஆற்றல் இவற்றிடம் உள்ளது. இவை கீழ் நோக்கிப் பாயும் போது தமது இறக்கையை மேலே தூக்கிக் கொள்கின்றன. இதனால் அவை அவற்றைத் தாங்கிக் கொள்ள முடியாமற் போகிறது. அப்போது அவற்றின் எடை வேகமாகக் கீழ் நோக்கி இழுக்கப்படுகிறது. வேகமாக அவை விழுகின்றன.

விழுவதைக் கணக்கிடுதல்

சிறிதளவே பரப்புள்ள பொருள்கள் வெகு வேகமாக விழுகின்றன. அவை விழும்போது வேகம் அதிகரித்துக் கொண்டே போகிறது. நாம் பந்தை மேல் நோக்கி எறியும்போது கவனிக்கலாம். மேலே போகப்போக வேகம் குறைந்து அதின் போக்கு நிற்கிறது. பின்னர் அது கீழ் நோக்கி வரும்போது வர வர விரைவாக வருகிறது. எவ்வளவு வேகத்துடனும் சக்தியுடனும் அது மேல் நோக்கி எறியப்பட்டதோ அதே அளவு வேகத்துடனும் சக்தியுடனும் கையில் வந்து விழுகிறது. சிறிது உயரமே பந்தை எறிந்து பிடிக்கும் போதும், வெகு உயரத்துக்கு எறியப்பட்ட பந்தைப் பிடிக்கும்போதும் உள்ள வேறுபாட்டை எல்லோருமே உணர்ந்திருக்கலாம்.

பொருள்கள் வேகமாக விழுவதால் குறிப்பிட்ட தூரம் விழுவதற்கு ஆகும் நேரத்தைக் கணக்கிடுவது

சற்றுக் கடினம். ஆயினும் ஓரளவுக்கு நேரத்தை சரியாகக் கணக்கிடலாம். ஒரு பொருள் விழத் தொடங்கும் போதும் குறிப்பிட்ட தூரம் விழுந்த பின்னரும் மின்சார இணைப்பைத் தொடும்படியாகச் செய்து நேரத்தைக் கணக்கிடுவது ஒரு முறையாகும்.

அடக்கமான ஒரு பொருள் விழத் தொடங்கும் போது முதல் விநாடியில் அது 16 அடி விழுகிறது. இரண்டாவது விநாடியில் அது 48 அடி விழுகிறது. மூன்றாவது விநாடியில் 80 அடி விழுகிறது. நான்காவது விநாடியில் 112 அடி விழுகிறது. ஒவ்வொரு விநாடியிலும் முந்திய விநாடியைவிட 32 அடி கூடுதலாக உள்ளது எனவே இப்பொருளுக்கு விநாடிக்கு விநாடி 32 அடி வேக வளர்ச்சி (Acceleration) இருப்பதாகக் கூறுகிறோம். அதாவது அது ஒவ்வொரு விநாடியிலும் விநாடிக்கு 32 அடி வீதம் தன் வேகத்தை அதிகரித்துக் கொள்கிறது.

வேகத்தை மணிக்கு இவ்வளவு மைல் என்றுதான் கணக்கிடுவது வழக்கமாகையால் ஒரு சிறிய கணக்குப் போடுவோம். விநாடிக்கு 32 அடி என்பதை மணிக்கு எவ்வளவு மைல் என்று பார்ப்போம்.

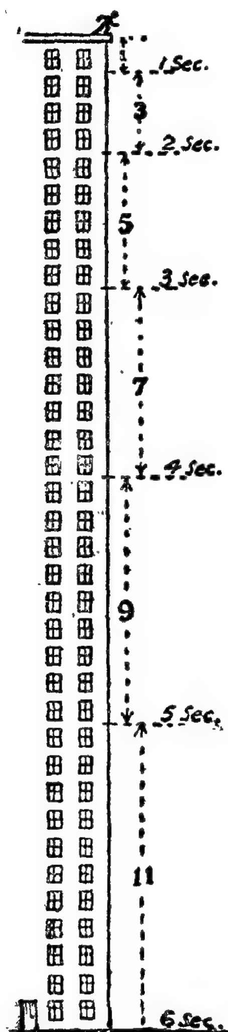
விநாடிக்கு 32 அடி = மணிக்கு $32 \times 60 \times 60$ அடியாகும்.

$= \frac{32 \times 60 \times 60}{5280} =$ மணிக்கு $21\frac{9}{11}$ மைல்.

அதாவது சுமார் மணிக்கு 22 மைல். விழுகின்ற ஒரு பொருள் ஒவ்வொரு விநாடியும் அதிகரித்துக் கொள்ளும் வேகம் அது.

36 மாடிகள் கொண்ட ஒரு கட்டிடம் உள்ளது. ஒவ்வொரு மாடியும் 16 அடி உயரம் உள்ளது. எனவே கட்டிடத்தின் மொத்த உயரம் 576 அடியாகும். (படம். 7). துப்பறிபவர் ஒருவர் இதன் கூரைமீது ஒரு கொள்ளைக்காரனைத் துரத்திக்கொண்டு வந்தார். கொள்ளைக்காரன் கால் தவறிக் கீழே விழுந்தான். துப்பறிபவர்

வேண்டும்போது நிறுத்தக்கூடிய விஞடியளவைக்காட்டும் கடிகாரத்தைக் (Stop-watch) கொண்டு அவன் விழுவதைக் கணக்கிட்டார். முதல் மாடியளவு கீழே விழ அவனுக்கு ஒரு விஞடி மட்டுமே ஆயிற்று. அடுத்த விஞடியில் அவன் மூன்று மாடியளவு கீழே விழுந்தான். மூன்ருவது விஞடியில் 5 மாடியும் நான்காவது விஞடியில் ஏழு மாடியும் ஐந்தாவது விஞடியில் 9 மாடியும் ஆருவது விஞடியில் 11 மாடியும் விழுந்தான். பின்னர் அவன் உடல் தரையில் மோதியது.



படம். 7

'ஜி' என்று உற்சாகமாகக் கூவிஞர் துப்பறிபவர். "மணிக்கு $130\frac{10}{11}$ மைல் வேகத்தில் அவன் தரையில் மோதி இருக்க வேண்டும்" என்ருர்.

ஜி என்று அவர் கூவியது பொருத்தமானதுதான். ஏனெனில் எடை அல்லது புவிஈர்ப்பு காரணமாக ஏற்படும் வேக வளர்ச்சியை ஜி என்றே குறிப்பிடுகிருேம். ஜி என்பது விஞடிக்கு விஞடி 32 அடியைக் குறிப்பது.

சில சமயங்களில் குறிப்பிட்ட சில விஞடிகளில் ஒரு பொருள் எவ்வளவு தூரம் விழும் என்பதைக் காண நாம் விரும்பலாம். 5 விஞடியில் எவ்வளவு தூரம் விழுமென்பதை அறிய விரும்புவதாக வைத்துக் கொள்வோம். கூட்டல் மூலம் விடை கூறிவிடலாம்.

$$16+48+80+112+144=400$$ அடி.

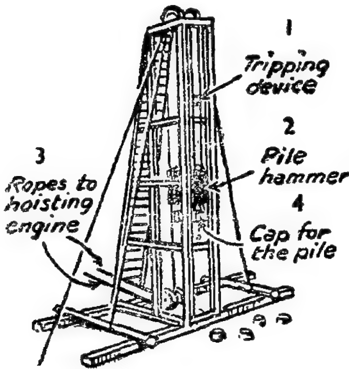
வேகமாகக் கணக்கிடக்கூடிய மற்ெறாரு வழியும் உள்ளது. விநாடியை அதனாலேயே பெருக்கி மீண்டும் 16ல் பெருக்கவும் (அல்லது $\frac{1}{2}$g). தூரத்தை S அடி என்றும் நேரத்தை T விநாடி என்றும் வைத்துக்கொண்டால்

$$S = \frac{1}{2} g t^2 \text{ அல்லது } 16t^2.$$

இந்த முறையிலும் அதே விடைதான் கிடைக்கிறது. ஆயினும் விநாடிகளின் பின்னங்களுக்கு இந்த வாய்ப்பாடு எளிதில் பயன்படுகிறது. அரை விநாடிக்குக் கணக்கிட வேண்டுமானால் $t = \frac{1}{2}$ $t^2 = \frac{1}{4}$. $16t^2 = 4$. எனவே பொருள் 4 அடி விழுகிறது. $2\frac{1}{2}$ விநாடிகளில் $t = \frac{5}{2}$ $t^2 = \frac{25}{4}$ $16t^2 = \frac{25 \times 16}{4} = 100$. பொருள் 100 அடி விழுகிறது.

பாரந்தாங்கிகளும் அருவிகளும்

பெரிய கட்டிடங்கள், பாலங்கள் போன்றவற்றைக் கட்டுவதற்குப் பூமிக்குள் அஸ்திவாரமாக பாரந்தாங்கிகளை இறக்குவார்கள். இதற்கு ஈர்ப்பு ஆற்றலின் விளைவான வேக வளர்ச்சியை நன்கு பயன்படுத்துகிறார்கள். மிகவும் கனமுள்ள ஒரு உருளையை உயரத் தூக்கிச்சென்று அங்கிருந்து கீழே விழச்செய்வார்கள். விழும்போது வேகம் வளர்ந்து அது பாரந்தாங்கியை கணிசமான அளவு சக்தியுடன் தாக்கும். மேலும் மேலும் இவ்வாறு தாக்குவதால் பாரந்தாங்கி கொஞ்சங்கொஞ்சமாக கீழே இறங்கும். கீழே பாறையில்போய் முட்டும்வரை இறங்கிக்கொண்டே இருக்கும். முதல் பாரந்தாங்கி தரைமட்டத்துக்குக் கீழே



படம். 8

இறங்கியதும் அதன்மீது இன்னொன்றை வைத்து இதே போல் அடிப்பார்கள்.

ஓர் அருவியைக் கவனிக்கும்போது ஈர்ப்பு ஆற்றலின் விளைவான வேகவளர்ச்சியின் ரசமான உதாரணத்தைக் காணலாம். நீர் விழத்தொடங்கும் இடத்தைக் கவனித்தால் நீர் அடர்த்தியாக விழுவதைக் காணலாம். சற்றுத் தூரம் விழுவதற்குள்ளேயே அடர்த்தியான நீர் சிதறத் தொடங்குகிறது, நீரின் போக்கை தரைவரை பாருங்கள். மேலும் மேலும் சிதறுண்டு வெண்மையான நுரைப் பொருளாக ஆவதைப் பார்க்கிறோம். மிக உயரமான அருவிகளில் நீர் விழுவது அதிக அளவு சிதறுண்டு கீழே விழும்போது பலத்த மழைபோல் இருப்பதைக் காண் போம். ஏன் இப்படி?

கீழே விழவிழ அதன் வேகம் அதிகமாகிறது. அருவி யின் உச்சியில் அதன் கீழ்நோக்கிவிழும் வேகம் மிகவும் குறைவு. 16 அடி கீழே வந்ததும் விநாடிக்கு 32 அடி வேகத்தைப் பெறுகிறது. இதனால் மேலேயுள்ள வேகக் குறைவான நீரிலிருந்து இது இழுத்துக்கொண்டு செல் கிறது. இரண்டுக்கு மிடையே காற்று நுழைகிறது. 64அடி கீழே விழுந்ததும் அது விநாடிக்கு 64 அடி வேகத்தைப் பெற்று விடுகிறது. அங்கே இழுத்துச் செல்லும் சக்தி மேலும் அதிகமாகவுள்ளது. அருவி போதுமான அள வுக்கு உயரமாக இருந்தால் நீர் இறுதியில் துளிகளாக ஆகிவிடுகிறது.

முடிவிட நேர்வேகம்

கீழே விழும் பொருள்களுக்கு காற்றின் எதிர்ப்புச் சக்தி இருக்குமல்லவா? அதை இதுவரை நாம் கணக்கில் எடுத்துக்கொள்ளவில்லை. பொருள்கள் மெதுவாக விழும் போது எதிர்ப்பும் குறைவாக உள்ளது. அது வேகத்தை ஒன்றும் அதிகமாகப் பாதிப்பது இல்லை. விழும் பொருள்

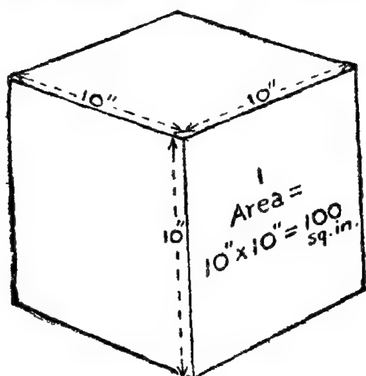
களின் வேகம் அதிகரிக்கும்போது எதிர்ப்புச்சக்தியும்விரைவாகிறது. இறுதியாக எதிர்ப்பு சக்தி விழும் பொருளின் எடைக்குச் சமமாக உள்ளது. எடை சமநிலைப்படுத்தப் பட்டு விடுகிறது. எனவே விழும் பொருளின் வேகத்தை அதிகரிப்பதில் அது உதவுவது இல்லை. பொருள் தன்னுடைய முடிவிட நேர் வேகத்தை (Terminal Velocity) அடைந்து விடுகிறது. அதன் பின்னர் அது வேகமாகச் செல்வது இல்லை.

முடிவிட நேர் வேகம், விழுகின்ற பொருளின் உருவத்தைப் பொறுத்தது. விமானத்திலிருந்து வீசப் படும் குண்டுகள் நீண்டதாகவும் முனை கூம்பியதாகவும் செய்யப்பட்டுள்ளன. புரண்டு விடாமல் செங்குத்தாக விழுவதற்காக அவற்றில் செதில் போன்ற அமைப்பும் உள்ளன. இதனால் காற்று அழுத்துவதற்கான இடம் மிகக் குறைவாக உள்ளது. காற்றின் எதிர்ப்பு சக்தி குறைவாக இருப்பதால், கணிசமான உயரத்திலிருந்து போடப்பட்டால் அவை நிறைய வேக வளர்ச்சியை அடைய முடியும். விமானத்திலிருந்து வீசப்படும் குண்டுகளின் முடிவிட நேர்வேகம் வினாடிக்கு ஆயிரம் அடிவரை இருப்பதால் அவை தரையை எட்டும்போது கணிசமான நாசத்தை ஏற்படுத்த முடியும்.

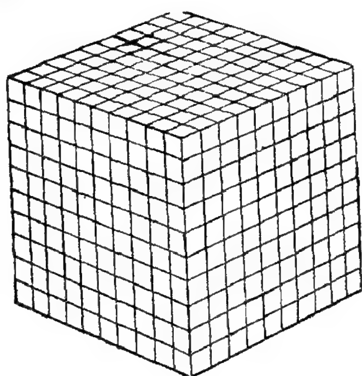
பரப்பும் பரிமாணமும்

ஒரே உருவமும் வெவ்வேறு அளவும் கொண்ட பல்வேறு பொருள்களைப் பற்றிக் கவனிப்போம். உதாரணமாக அவை எல்லாமே கனவடிவங்களாக இருக்கலாம். ஆனால் எல்லாமே ஒரே அளவாக இருந்தால் குறிப்பிட்ட உருவத்தில்தான் இருக்க வேண்டும் என்பதில்லை. படம் 9-ல் 10 அங்குல பக்கமுள்ள ஒரு கனவடிவம் உள்ளது. இதற்கு ஆறுபக்கங்கள் உள்ளன. ஒவ்வொரு பக்கமும் நூறு சதுர அங்குலமுடையது. எனவே

மொத்தப் பரப்பு 600 சதுர அங்குலம் ஆகிறது. இதன் பரிமாணம் 1000 கன அங்குலங்களாகும். எனவே ஒவ் ஒவ்வொரு கன அங்குலப் பரிமாணத்துக்கும் $\frac{600}{1000} = \cdot 6$ சதுர அங்குலப் பரப்பு உள்ளது.



படம். 9



படம். 10

அதே கன வடிவம் அங்குல கன வடிவங்களாகப் பிரிக்கப்பட்டிருப்பதை படம். 10 காட்டுகிறது. இப்போதும் பரிமாணம் 1000 கன அங்குலங்களாகவே உள்ளது. ஆனுல் இப்போது ஒவ்வொன்றும் 6 சதுர அங்குலப்பரப்பு கொண்ட 1000 சிறிய கன வடிவங்கள் உள்ளன. இதன் மொத்தப் பரப்பு 6000 சதுர அங்குலம் முன்னதைப்போல பத்து மடங்கு. ஒவ்வொரு கன அங்குலப் பரிமாணத்துக்கும் 6 சதுர அங்குலப் பரப்பு உள்ளது.

அங்குல கனவடிவங்கள் ஒவ்வொன்றையும் $\frac{1}{16}$ அங்குல கன வடிவங்களாக வெட்டினுல் பரப்பளவு மீண்டும் பத்து மடங்காகும். அது 60,000 சதுர அங்குலமாக இருக்கும். பரிமாணம் 1000 கன அங்குலமாக இருக்கும்போதே இப்படி ஆகிறது. ஒவ்வொரு கன அங்குலப் பரிமாணத்துக்கும் 60 சதுர அங்குலப் பரப்பு இருக்கும்.

ஆலங்கட்டிகள் நாசம் விளேவிப்பது ஏன்?

காற்றின் எதிர்ப்புச் சக்தி அதனை எதிர்ப்படும் பரப்பைப் பொறுத்தது. எனவே ஒரு வகையைச் சேர்ந்த பெரிய பொருள்களேவிட சிறிய பொருள்களுக்கு அதிக எதிர்ப்பு சக்தி இருக்கிறது. இது பரிமாணத்துக்கும் எடைக்கும் ஏற்ப அமையும்.

பெரிய மழைத்துளிகள், சிறிய துளிகளேவிட வேக மாக விழுகின்றன. மழை பெய்யும்போது இந்த வேறு பாட்டை உணர முடியும். சிறிய தூறல் மிக மெதுவாக விழும். தூறல் மேலும் நுண்ணியதாக இருந்தால் அவை விழுவதே தெரியாத அளவுக்கு மிக மெதுவாக விழும். அதைத்தான் நாம் பனி அல்லது மூடுபனி என்கிறோம். மேலேந்திச் செல்வதற்குக் காற்றோட்டம் இருந்தாலன்றி அவை விழத்தான் செய்கின்றன.

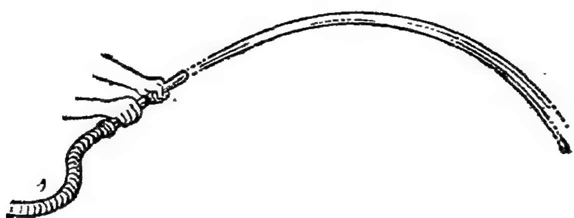
வெண்பனிப்படலம் பெரியதாகவும் பஞ்சு போலவும் இருக்கும். காற்றுக்குப் பெரும்பரப்பை எதிர்ப்படச் செய்வதால் அவை மிக மெதுவாகவே விழும். ஆலங் கட்டிகள் அவற்றின் அளவுடனும் எடையுடனும் ஒப்பிடும் போது மிகவும் குறைந்த அளவு பரப்பையே கொண்டுள்ளன. அவை வெண்பனியைவிட மிகவும் வேகமாக விழுகின்றன. இந்த வேறுபாட்டை நம்மால் உணர முடியும். மிகப்பெரிய ஆலங்கட்டிகள், சிறியவை களே விட வேகமாக விழுகின்றன. அவற்றின் பெரிய பரப்பு, கணிசமான வேகம் ஆகியவற்றின் காரணமாக அவை பெரும் நாசத்தை ஏற்படுத்தக் கூடும். ஒரு சமயம் பந்தளவு பெரிய ஆலங்கட்டிகள் ஒரு தென் ஆப்பிரிக்கக் கிராமத்தில் வெட்டவெளியில் இருந்த் எல்லோரையுமே அழித்து விட்டன.

வளேவாக விழுதல்

ஒரு பந்தை நேராக வீசியெறிந்தால் அது வளேவாக விழுவதைக் காணலாம். பந்து விழுவதைக் கவனித்த

எவருக்கும் இது தெரிந்திருக்கும். கலிலியோ காலம் வரை, நேராக வீசப்படும் எந்தப் பொருளும் அதன் வேகத்தை இழந்து விடும் வரை நேராகவே செல்கிறது. பின்னர் நேராக விழுகிறது என்றே அறிஞர்கள் நம்பிக் கொண்டிருந்தனர். இவர்களைவிட அதிகமான அளவுக்கு கிரெஸ்ஸி, அஜின்கோர்ட் சண்டையில் ஈடுபட்ட வில்லாளிகளுக்கு அனுபவ ரீதியாகத் தெரிந்திருந்தது. இல்லாவிட்டால் அவர்களுடைய அம்பின் போக்கு அவர்களை ஏமாற்றியிருக்கும்; அவர்களும் புகழ்பெற்ற அவ்வெற்றிகளை அடைந்திருக்க முடியாது.

வீசப்படும் பொருள் விழும் வளைவைப்பற்றி நாம் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும். அதிர்ஷ்ட வசமாக இது பற்றி அறிவது கடினமாக இல்லை. தோட்டத்துக்கு நீர் பாய்ச்சும் போது இந்த வளைவைக்காண முடியும். நீர்க் குழாயை நேராகப் பிடித்துக் கொள்கிறோம். அப்போது நீர் வளைவாக விழுவதைக் காண்கிறோம். குழாயை சற்று மேல் நோக்கியவாறு பிடிக்கிறோம்; அப்போது நீர் மேல் நோக்கி வளைந்து கீழே விழுவதைப் பார்க்கிறோம். மேல் நோக்கியும், கீழ் நோக்கியும் உள்ள வளைவின் இரு



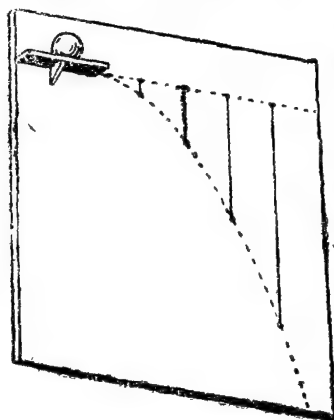
படம். 11

பகுதிகளும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருக்கும். (படம் 11) பூவாளியிலிருந்து நீரை ஊற்றும் போதும் இதே போன்ற வளைவு ஏற்படுகிறது. ஆயினும் அது குட்டையானதாக இருக்கும்.

மீண்டும் அருவியைக் காண்போம். விளிம்பிலிருந்து நீர் வேகமாக வெளிப்படுகிறது; உடனே விழத் தொடங்குகிறது. இங்கேயும் குழாயிலிருந்து நீர் பாய்வது போலவே ஒரு வளைவு ஏற்படுவதைக் காண்கிறோம்.

வளைவைப் படம் வரைதல்

இப்போது ஒரு பரிசோதனை செய்து பார்ப்போம். இதற்கு பெரிய பலகை ஒன்று வேண்டும். எவ்வளவுக்குப் பெரியதாக உள்ளதோ அவ்வளவுக்கு நல்லது. பலகையின் மேல் ஒரு மூலையில் ஒறு சிறு தட்டைப் பொருத்து கிறோம். (படம் 12) பலகை சிறிதளவு பின்னோக்கிச் சாய்ந்திருக்கும்படியாக செங்குத்தாக நிறுத்துகிறோம். ஒரு பந்தின் மேற்பரப்பு முழுவதும் சாக்குத் தூளைப் பூசி மேல் அடுக்கில் வைக்கிறோம். பின் அது பலகை மீது விழும்படியாக முன்னோக்கித் தள்ளி விடுகிறோம். அது பலகையில் உராய்ந்தவாறு செல்வதால் அதன் போக்கில் சாக்குத்தூள் அடையாளம் படிகிறது. லேசாகவுள்ள அந்த அடையாளக் கோட்டின்மீது சாக்குத் துண்டினுல் தெளிவாக வரைகிறோம்.



படம். 12

பந்து விழத் தொடங்கிய இடத்தில் ஒரு கிடைமட்டக் கோடு வரைகிறோம். அக்கோட்டில் நான்கு அல்லது ஐந்து சம தூரப் புள்ளிகளை வைத்து அவற்றிலிருந்து கிடைமட்டக் கோட்டுக்கு நேர் கோணத்தில் செங்குத்துக் கோடுகளை வரைகிறோம். கிடைக் கோட்டில்

பங்கிடப்பட்டுள்ள ஒவ்வொன்றும் சம அளவு நேரத்தைக் காட்டுகின்றன. ஒவ்வொரு பிரிவையும் பந்து ஒரே அளவு நேரத்தில் தாண்டிச் செல்கிறது. ஏனெனில் அதன் இயக்கத்தைத் தடுப்பதற்கு அதிகமாக எதுவும் இல்லை. பலகையில் உராய்வதாலும், காற்றினுலும் ஏற்படக்கூடிய சிறிதளவு தடையை நாம் புறக்கணித்து விடலாம்.

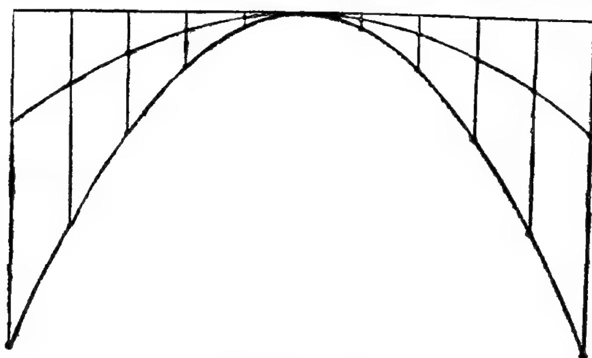
கிடைக் கோட்டிலிருந்து கீழே வளைவு வரையுள்ள தூரங்களை அளக்கிறோம். ஓர் அலகு நேரத்தில், இரண்டு அலகு நேரத்தில் பந்து எவ்வளவு தூரம் விழுந்துள்ளது என்பதை இவை கூறுகின்றன. ஓர் அலகு நேரத்தை விட இரண்டு அலகு நேரத்தில் பந்து நான்கு மடங்கு தூரம் விழுந்துள்ளது, மூன்று அலகு நேரத்தில் ஒன்பது மடங்கு தூரம் விழுந்துள்ளது என்பதை இது காட்டுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நேரத்தில் பந்து விழுந்துள்ள தூரத்தைக் கணக்கிட நேரத்தின் மடங்கை அந்த எண்ணுலேயே பெருக்கிப் பின்னர் ஓர் அலகு நேரத்தில் விழுந்துள்ள தூரத்தால் பெருக்குகிறோம். உதாரணமாக $2\frac{1}{2}$ மடங்கு நேரத்தில் பந்து $(2\frac{1}{2})^2 = (\frac{5}{2})^2 = \frac{25}{4} = 6\frac{1}{4}$ மடங்கு ஓர் அலகு நேரத்தில் விழுந்ததைப் போல் விழுந்திருக்கும்.

பந்து விழுகின்ற வேக விகிதம் $1 : 4 : 9 : 16 : 25$ என்றிவ்விதமாக இருக்கும். அதாவது $1^2 : 2^2 : 3^2 : 4^2 : 5^2$.

பரபோலா வரைவது எப்படி?

பந்து அல்லது வீசப்படும் எந்தப் பொருளும் விழும் வளைவுக்கு பரபோலா (Para Bola) என்று பெயர். வரைவதற்கு மிகவும் எளிதான வளைவுகளில் இது ஒன்று. பந்து விழும்போது அடையாளமிட்ட கோட்டைக் காப்பியடிக்க வேண்டியதுதான். பத்து அங்குல நீள

முள்ள ஒரு கோட்டை வரைந்து அதை ஒவ்வொரு அங்குலத்தில் புள்ளியிட்டுப் பிரிப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். (படம். 13) நடுப்புள்ளி தவிர இதர எல்லாவற்றிலிருந்தும் கீழ்நோக்கி செங்குத்துக்கோடு வரைகிறோம். நடுப்புள்ளியை வளைவில் ஒரு புள்ளியாகக் குறிக்கிறோம். நடுப்புள்ளியை அடுத்துள்ள செங்குத்துக் கோடுகளில் கால் அங்குலம் அளந்து குறிக்கிறோம். இருபுறத்திலும் அதை யடுத்துள்ள செங்குத்துக் கோடுகளில்



படம். 13

நான்கு கால் அங்குலங்களை அளந்து குறிக்கிறோம். பின்பு 9 கால் அங்குலங்கள், 16 கால் அங்குலங்கள், 25 கால் அங்குலங்கள் என்றிவ்விதமாகக் குறிக்கிறோம். பிறகு எல்லாப் புள்ளிகளையும் ஒரு வளை கோட்டால் இணைக்கிறோம். இதுதான் மேல்நோக்கி வீசப்பட்ட பந்தின் பாதையாகும். பரபோலாவின் ஒரு பாதியில் பந்து மேல் நோக்கிச் செல்கிறது, மற்றொன்றில் கீழ் நோக்கி விழுகிறது.

கால் அங்குலங்களில் கணக்கிடாமல் அங்குலத்தில் பத்தில் ஒரு பங்கில் அளப்பதன்மூலம் இதைவிட தட்டையான பரபோலாவை வரைய முடியும் $\frac{1}{10}$, $\frac{4}{10}$, $\frac{9}{10}$ $\frac{16}{10}$, $\frac{25}{10}$ என்றிவ்விதமாக. மேலும் வேகமாக கிடைக் கோட்டில் வீசப்பட்ட பந்தின் பாதை இது.

துப்பாக்கி ரவை பாயும் பாதை

துப்பாக்கி ரவை பாயும் பாதை மிகவும் தட்டையான பரபோலாவாகும். ரவையின் வேகம் விஞடிக்கு 1200 அடியாக இருக்கலாம். ஒரு விஞடியில் அது 16 அடி விழுகிறது. இதன் பரபோலாவை வரைவதற்கு, கிடைக் கோட்டில் 1200 அடிகளும் செங்குத்தாக 16 அடியும் இருக்கும் விகிதத்தில் ஏற்பாடு செய்து கொள்ள வேண்டும். கிடைக்கோட்டை ஒரு அடி நீளத்தில் வரை வதாக வைத்துக்கொள்வோம். செங்குத்துக் கோடு $\frac{16}{1200}$ அடி $= \frac{16 \times 12}{1200}$ அங்குலம் $= \cdot 16$ அங்குலம் இருக்கும். ஓரடி நீளமுள்ள கோட்டை வரைந்து அதன் ஒரு முனையில் அங்குலத்தில் பத்தில் $1\frac{1}{2}$ பங்கு அளந்து செங் குத்துக் கோட்டைக் குறிக்க வேண்டும். பிறகு வளைவை வரைய முயன்ருல், அதனை நேர்க்கோட்டிலிருந்து வேறு படுத்திக் காண்பது கடினமாக இருக்கும். அது ஒரு வளை வாகவே தோன்றுது.

ரவை விழுவதில் சுடுபவர்களுக்குப் பெரிதும் அக்கறை இருக்கும். 400 கெஜத்துக்கு அப்பாலுள்ள ஓர் இலக்கை நோக்கி அவர் சுடுவதாக வைத்துக்கொள் வோம். இலக்குக்கு நேராக துப்பாக்கியைப் பிடித்துக் கொண்டு சுடுகிருர். அவருடைய குறி சரிதான். ஆனல் ரவை இலக்கில் பாய்வதற்குப் பதிலாக முன்ஞல் தரை யில் பாய்கிறது. விஞடிக்கு 1200 அடி வேகம் கொண்ட ரவை 400 கெஜ தூரத்திலுள்ள இலக்கை யடைவதற்கு ஒரு விஞடிதான் ஆகும். ஒரு விஞடியில் அது 16 அடி விழுகிறது. எனவே குறிவைக்கப்பட்ட இலக்குக்கு 16 அடி கீழே அது தாக்குகிறது.

எனவே இலக்கை சரியாகத் தாக்க வேண்டுமாஞல் சுடுபவர் இலக்குக்கு மேலே 16 அடி உயரத்திலுள்ள

ஓரிடத்தைக் குறிவைத்து சுட வேண்டும். அப்போது இலக்கைத் தாக்கக்கூடிய அளவு தூரத்தில் ரவை விழும்.

இலக்கு உள்ள தூரத்தை சரியாக மதிப்பிடுவது சுடுபவர்களுக்கு மிகவும் முக்கியமானதாகும். 300 கெஜ தூரம் இருக்கும் என்று குறைத்து மதிப்பிட்டு விடுவதாக வைத்துக்கொள்வோம். 300 கெஜம் அல்லது 900 அடி பாய்வதற்கு ரவைக்கு $\frac{3}{4}$ விஞடி பிடிக்கும். $\frac{3}{4}$ விஞடியில் அது $16 \times \frac{3}{4}^2 = 9$ அடி விழுகிறது. 300 கெஜ தூரம் என்று மதிப்பிட்டுக் குறிவைப்பவர் ரவை 9 அடி விழும் விதத்தி லேயே குறிவைப்பார். ஆனல் விழுவது 16 அடி என்பது நமக்குத் தெரியும். எனவே ரவை இலக்குக்கு 7 அடி கீழே விழுகிறது.

இலக்கின் தூரம் 500 கெஜம் அல்லது 1500 அடி என்பதாக அதிகமாக மதிப்பிட்டு விடுவதாக வைத்துக் கொள்வோம். இலக்கை அடைய ரவைக்கு $1\frac{1}{4}$ விஞடி ஆகுமெனக் கணக்கிடுகிருர். $1\frac{1}{4}$ விஞடியில் அது $16 \times (1\frac{1}{4})^2 = 25$ அடி விழுகிறது. எனவே 25 அடி மேலே குறிவைக்கிருர். ஆனல் உண்மையில் விழுவது 16 அடி தான். எனவே குறிவைக்கப்பட்ட இடத்துக்கு 9 அடி மேலே ரவை பாய்கிறது.

பழங்கால வில்லாளிகளுக்கு இதைப் பற்றியெல்லாம் ஏதோ தெரிந்திருந்தது. அருகாமையிலுள்ள இலக்கைத் தாக்கும்போது அம்பு மட்டமாக இருக்க வேண்டும்; தூரத்திலுள்ள இலக்கைத் தாக்குவதற்கு அம்பு சற்று மேல் நோக்கியவாறு இருக்க வேண்டும் என்பதை அனு பவம் அவர்களுக்குக் கற்றுத் தந்தது. பாய்ந்து செல்லும் அம்பின் போக்கைக் கவனித்து அதற்கேற்ப எய்வதை அவர்களால் சரி செய்துகொள்ள முடிந்தது.

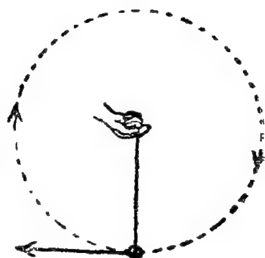
பீரங்கிப்படையினரும் இதனைப் பின்பற்றுகின்றனர். தாக்கவேண்டிய இடத்தின் தூரத்தை மதிப்பிட்டு அதற் கேற்ப பீரங்கியை சரிசெய்த பின்னரே அவர்கள் சுடு

கிறார்கள். தாக்க வேண்டிய இடத்தைக் காணமுடியாமல் இருந்தால் ஒரு விமானம் அந்த இடத்தை அவர்களுக்குக் காட்டிக்கொடுக்க முடியும். குண்டு இலக்கை சரியாக தாக்குகிறதா இல்லையா என்பதையும் அதன் மூலம் அறிய முடியும். குண்டு இலக்குக்கு அப்பால் போய் விழுந்திருந் தால் பீரங்கியை சிறிது தாழ்த்தி மீண்டும் சுடுவார்கள். இப்போது இலக்குக்கு முன்னால் குண்டு விழுந்திருக்க லாம். எனவே சரியான குறி இந்த இரண்டுக்கும் இடையிலுள்ளது. நன்கு பயிற்சி பெற்றவர்கள் மூன்றா வது முறை சரியாகத் தாக்கி விடுவார்கள். பீரங்கி மேல் நோக்கி எந்தக் கோணத்தில் இருக்க வேண்டும் என்பதை முன்னதாகவே கணக்கிட்டு வைத்திருக்கிறார்கள். எனவே இலக்கு எவ்வளவு தூரத்தில் உள்ளது என்பதை மதிப் பிட்டவுடனேயே அதற்கேற்ப பீரங்கியை அமைத்துக் கொள்ளலாம்.

தரையில் இதனை மதிப்பிடுவது எளிது. இலக்கைப் பாராமலேயே ஓரளவுக்குச் சரியாக பீரங்கியை அமைத் துக்கொள்ள முடியும். ஆனால் கடலில் வீச்சு எப்போதும் மாறிக்கொண்டேயிருக்கும். மாறும் நிலைமைக்கேற்ப பீரங்கிப்படையினர் மிகவும் விரைவாகத் தங்கள் பீரங்கி களை அவ்வப்போது சரிசெய்துகொள்ள வேண்டியிருக்கும்.

புறமுக விசை

ஒரு ஈயக்குண்டு அல்லது கன மான ஏதாவது ஒரு பொருளை ஒரு நூலில் கட்டி அதனை வட்டமாகச் சுற்றுவோம் (படம். 14) குண்டு வெளி நோக்கி இழுப்பதை நாம் உணர முடியும் அதனை வட்டத்துக் குள் சுற்றச் செய்வதற்கு கணிச மான அளவு சக்தி தேவைப்படுகிறது.

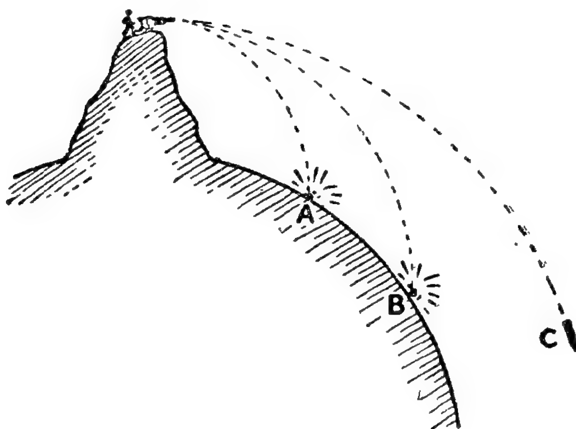

படம் 14

நூலை விட்டுவிட்டால் குண்டு வட்டத்துக்கு நேர்

கோட்டில் பாய்ந்து சென்று விடுகிறது. வட்டமாகச் சுற்றிவரும் குண்டு புறமுக விசையைக் கொண்டுள்ளது (Centrifugal Force) என்று சொல்கிறோம் (இதற்கு மையத்தை விட்டோடும் விசை என்றும் பெயர்) உண்மையில் இந்த விசை குண்டு வட்டமாகச் சுற்றுமாறு செய்ய நாம் வழங்கும் சக்தியேயாகும். ஆனால் புறமுக விசை என்று ஒன்று உண்மையில் இருப்பதாகக் கூறுவது சில சமயங்களில் வசதியாக உள்ளது.

குண்டை சுழற்றும்போது நாம் தொடர்ந்து அதனை மையத்தை நோக்கி இழுக்கிறோம். தொடர்ந்து அதுவும் மையத்தை நோக்கி நகர்ந்து கொண்டிருக்கிறது. ஆனால் மையத்தை அது அடைவதே இல்லை.

மையத்தை அடையாமலே மையத்தை நோக்கி தொடர்ந்து விழுந்துகொண்டிருப்பது எவ்வாறு இயலும் என்பதை படம் 15. காட்டுகிறது. நன்கு பீரங்கி சுடத்



படம். 15

தெரிந்த் ஒருவரை நம் உதவிக்கு அழைக்கிறோம். மிக உயரமான மலையின் உச்சியிலிருந்து கிடை மட்டமாக அவரை சுடச்செய்கிறோம். குண்டு தரையில் A என்று

காட்டப்பட்டுள்ள இடத்தில் விழுகிறது. அது விழுவதில் சந்தேகம் எதுவும் இல்லை. ஜ‍யை விட சற்றுக் குறைவான வேக வளர்ச்சியுடன் அது விழுகிறது என்பதும் நமக்குத் தெரியும். மீண்டும் அவரைச் சுடச்செய்கிறோம். இத் தடவை நேர்வேகம் அதிகமாகவுள்ளது. குண்டு B என்று குறித்துள்ள இடத்தில் விழுகிறது. மீண்டும் ஒரு முறை சுடுமாறு சொல்கிறோம். மூன்றாவது குண்டு C என்று குறித்துள்ள இடத்தில் விழும், நீண்ட தூரம் சென்று அது விழுந்தபோதிலும் பூமியின் மையத்துக்கு அது கிளம்பிய பொழுதைவிட அருகாமையில் ஒன்றும் இல்லை.

வளி மண்டலத்துக்கு மேலே சென்று குண்டு சுட்டால் அது காற்றின் எதிர்ப்புச் சக்தியினால் தடைப்படுவது இல்லை. குண்டினுடைய வேகத்தைக் குறைக்க எதுவும் இல்லை. பீரங்கியிலிருந்து புறப்பட்டபோது இருந்த வேகத்திலேயே C என்று காட்டப்பட்டுள்ள இடத்தில் அது போகிறது. எனவே அப்படியே அது போய்க்கொண்டிருக்கிறது. அதாவது ஒரு சின்னஞ்சிறு துணைக்கோள்போல பூமியைச் சுற்றி வந்துகொண்டே இருக்கிறது. பூமியின் ஈர்ப்பு அதனை மையத்தை நோக்கி விழச்செய்கிறது; குண்டினுடைய வேகம் பூமியை அடைந்து விடாமல் இருக்கப் போதுமானதாகவுள்ளது.

ஆப்பிள் ஏன் விழுகிறது?

இந்தக் கற்பனை துணைக்கோளை விட்டுவிட்டு உண்மையான ஒன்றைப் பார்ப்போம். சந்திரன் பூமியைச் சுற்றி வருகிறது. அது சுற்றிவரும் பாதை உண்மையில் நீள் வட்டமாக உள்ளது. வட்டத்திலிருந்து அதிக அளவுக்கு வேறுபட்டதல்ல இது. சந்திரனை பூமியை நோக்கி இழுக்கும் ஏதோ ஒரு சக்தி இருக்க வேண்டும். இல்லாவிட்டால் நூலிலிருந்து விடுபட்ட குண்டு பாய்வதுபோல சந்திரனும் போய்விடும். அதன் பின்னர் சந்திரனைக் காண

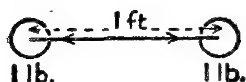
முடியாது. சந்திரனைப் பூமியை நோக்கித் தொடர்ந்து விழச்செய்துகொண்டு இருக்கும் சக்தியின் தன்மையைக் காணும் முயற்சியில் சர். ஐஸக் நியூட்டன் இறங்கினார். உண்மையில் சந்திரன் பூமியை நோக்கி விழுந்து கொண்டிருக்கிறது என்பதில் அவருக்குஐயம் இருக்கவில்லை.

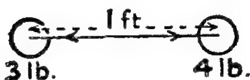
நியூட்டன் தோட்டத்தில் உட்கார்ந்து கொண்டிருந்தபோது திடீரென்று ஞானமேற்பட்டதாகக் கூறப் படுகிறது. மரத்திலிருந்து ஒரு ஆப்பிள் விழுந்ததை நியூட்டன் கண்டார். ஆப்பிளைக் கீழே விழச்செய்த சக்தி எதுவோ அதுவேதான் சந்திரனையும் பூமியை நோக்கி விழச்செய்கிறது என்று அவருக்குப் பட்டது. ஆப்பிளுக்கும் பூமிக்குமிடையே ஒருவிதமான கவர்ச்சி இருக்க வேண்டும் என்று அவர் கற்பனை செய்தார்.

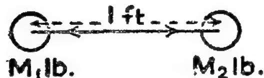
இதுபோல் ஒரு விதத்தில் அவர் காரணம் கூறினார். ஒன்றையொன்று கவரும் இரண்டு பொருள்களைப் பற்றி நாம் நினைத்துப் பார்க்க வேண்டும். ஈர்க்கும் சக்தியின் அளவு பொருள்களின் திண்மையையும் அவற்றிற் கிடையேயுள்ள தூரத்தையும் பொறுத்திருக்கும் என்று கருதுவது நியாயம்தான். இரு கருத்துக்களையும் தனித் தனியே பார்ப்போம். தூரம் மாறுவது இல்லையென்று வைத்துக்கொண்டு தொடங்குவோம். ஒரு பொருளின் அளவை இரண்டு மடங்காக்கினால் கவரும் சக்தியின் அளவையும் இரு மடங்காக்க வேண்டும். மற்றொரு பொருளின் அளவையும் இரு மடங்கு ஆக்கினால் மீண்டும் கவர்ச்சியை இருமடங்கு ஆக்க வேண்டும். எனவே இப்போது நான்கு மடங்கு ஈர்ப்பு ஆற்றல் உள்ளது. பொருள்களில் ஏதாவதொன்றை இருமடங்காக்கு வதற்குப் பதிலாக 3 அல்லது 4 மடங்காகச் செய்யலாம். ஈர்ப்பு ஆற்றலின் அளவும் அதேபோல் இருக்கும். அதாவது பொருள்களுக்கிடையே யுள்ள தூரம் மாறாத வரை

யில் ஈர்ப்பு ஆற்றலைப் பொருள்களின் திண்மையைக் கொண்டே அளவிடுகிறோம்.

ஒவ்வொன்றும் ஒரு பவுண்டு எடையுள்ள இரண்டு பொருள்கள் ஒன்றுக்கொன்று ஓரடி தூரத்தில் இருப்பதாக வைத்துக்கொள்வோம். (அவற்றின் ஈர்ப்பு மையத்துக்கிடையேயுள்ள தூரம் இது). இவற்றுக்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சியை G என்று குறிப்பிடுவோம் (படம். 16) ஒரு பொருளை மூன்று பவுண்டாகவும் மற்றொன்றை நான்கு பவுண்டாகவும் செய்து இடையிலுள்ள தூரம் இப்போதும் ஓரடி இருக்குமாறு பார்த்துக்கொண்டால் கவர்ச்சி $3 \times 4 = 12$ மடங்கு இருக்கும் அல்லது 12G இருக்கும். ஒரு பொருளை M_1 என்றும் மற்றொன்றை M_2 என்றும் வைத்துக்கொண்டால் அவற்றுக்கிடையேயுள்ள கவர்ச்சி, தூரம் ஓரடியாக இருக்கும்வரை M_1 M_2 G ஆக இருக்கும்.





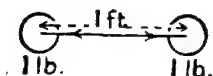


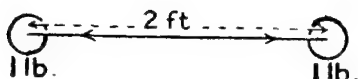
படம். 16

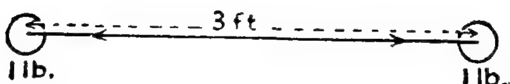
தூரத்தின் விளைவு

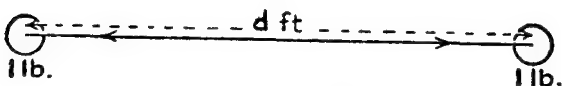
பொருள்கள் நெருங்கி வந்தால் அல்லது விலகிச் சென்றால் என்ன நேரும் என்பதை இப்போது பார்ப்போம். பொருள்கள் நெருங்கியிருக்கும்போது கவர்ச்சி அதிகமாக இருக்கும் என்று நாம் நிச்சயமாகக் கொள்ளலாம். அதேபோல் விலகியிருக்கும்போது குறைவாக இருக்கும். தூரத்தால் வகுக்க வேண்டும்; பெருக்கக் கூடாது என்பதுபோல் தோன்றுகிறது. விலோமவர்க்க விதி (Inverse Square Law) பற்றி நியூட்டனுக்குத் தெரியும். ஒளி, வெப்பம் ஆகியவற்றில் அது எவ்வாறு பயன்படுகிறது என்பதும் அவருக்குத் தெரியும். இரண்டு அடி

தூரத்திலுள்ள விளக்கு ஓரடி தூரத்திலுள்ள விளக்கு தரும் ஒளியில் கால் பங்கு ($\frac{1}{2^2}$) தான் தருகிறது. மூன்று அடி தூரத்திலுள்ள விளக்கு ஓரடி தூரத்திலுள்ள









படம். 17

விளக்கு தரும் ஒளியில் ஒன்பதில் ஒரு பங்கு ($\frac{1}{3^2}$) தான் தரும். நான்கு அடி தூரத்தில் பதினாறில் ஒரு பங்கு ($\frac{1}{4^2}$) என்றிப்படி இருக்கும். தூரம், கவர்ச்சியைப் பாதிக்கும் விதம் இப்படித்தான் இருக்கக்கூடும் என்று தோன்றியது. தூரத்தினால் நாம் வகுப்பது இல்லை. தூரத்தினுடைய வர்க்க மூலத்தால் வகுக்கிறோம். (படம். 17).

நியூட்டன் வாய்பாடு

பொருள்களின் எடையைப் பெருக்கும் முன்னைய முறையுடன் இப்போது இந்த முறையையும் சேர்க்க வேண்டும். இரு பொருள்களின் ஈர்ப்பு மையத்துக்கிடையேயுள்ள தூரத்தை d என்று அழைக்கிறோம். இப்போது—

$$\text{ஈர்ப்பு} = \frac{G\ M_1\ M_2}{d^2}$$

M_1 M_2 ஆகியவை இரு பொருள்களுடைய எடை, பவுண்டில். d இரண்டுக்கு மிடையேயுள்ள தூரம், அடியில். G என்பது ஒவ்வொன்றும் ஒரு பவுண்டு எடையும், இரண்டுக்குமிடையேயுள்ள தூரம் ஓரடியும் இருக்கும்போது உள்ள ஈர்ப்பு சக்தி. (படம். 18).

d ft
M₁lb.
M₂lb.

படம். 18

நியூட்டன் வகுத்த வாய்பாடு இதுதான். இது பற்றிய ஐயத்துக்கிடமான அம்சம் விலோம வர்க்க விதி பூமியின் ஈர்ப்பு ஆற்றலுக்கும் பொருந்துமா என்பது தான். இதற்கு ஆப்பிள் விழுவதை சந்திரன் விழுவதுடன் அவர் ஒப்பிட்டுப் பார்க்க வேண்டியிருந்தது.

சந்திரன் விழுதல்

விழுகின்ற ஆப்பிளுடைய வேக வளர்ச்சி நமக்குத் தெரியும்; அது விஞடிக்கு விஞடி 32 அடியாகும். ஆனல் சந்திரனுடைய வேக வளர்ச்சி என்ன?

வட்டமாகச் சுழலும் எந்த ஒரு பொருளுடையவும் மையத்தை நோக்கிய வேக வளர்ச்சியைக் கண்டறிய ஓர் எளிய வழி இருக்கிறது. அதன் நேர் வேகம் விஞடிக்கு இவ்வளவு அடி என்பதையும் மையத்திலிருந்து அது இருக்கும் தூரம் எவ்வளவு அடி என்பதையும் காண்கிறோம். நேர் வேகத்தை அந்த எண்ணுலேயே பெருக்கி, ஆரத்தால் வகுக்கிறோம். குறியீடுகள் மூலம் சொல்வதானல்'

$$\text{வேக வளர்ச்சி} = \frac{V^2}{r}$$

சந்திரன் பூமியிலிருந்து சுமார் 238,000 மைல் தொலைவில் உள்ளது. அது பூமியைச் சுற்றி $27\frac{1}{3}$ நாட்களில் செல்கிறது. சுற்றுப்பாதை அநேகமாக வட்டம்

என்று கொண்டால் அதன் நீளம் $2 \times 3\frac{1}{7} \times 238,000$ மைல்கள் அல்லது $2 \times 3\frac{1}{7} \times 238,000 \times 5280$ அடி என்று கொள்ளலாம். எனவே வேகம்,

$$\text{ஒரு நாளைக்கு } \frac{2 \times 3\frac{1}{7} \times 238000 \times 5280}{27\frac{1}{3}} \text{ அடி.}$$

$$= \text{விநாடிக்கு } \frac{2 \times 3\frac{1}{7} \times 238000 \times 5280}{27\frac{1}{3} \times 24 \times 60 \times 60} \text{ அடி.}$$

இந்தக் கணக்கைப் போட்டுப் பார்த்தால் இது விநாடிக்கு சுமார் 3340 அடி வருவதைக் காணலாம். இது தான் சுற்றுப்பாதையில் சந்திரனுடைய வேகமாகும். சந்திரனுடைய தூரம் 238000×5280 அடியாகும். எனவே பூமியை நோக்கி வேக வளர்ச்சி

$$\frac{V^2}{\gamma} = \frac{3340^2}{238000 \times 5280}$$

$$= \text{விநாடிக்கு விநாடி } \frac{1}{122\cdot6} \text{ அடி.}$$

நியூட்டனுடைய விதி பொருந்துகிறதா என்று பார்ப்போம். பூமியின் மையத்திலிருந்து 4000 மைல் தூரத்திலுள்ள பொருள் பூமியில் விழும்போது விநாடிக்கு விநாடி 32 அடி வேக வளர்ச்சி உடையதாக இருக்கிறது. சந்திரனுடைய தூரம் சுமார் 240000 மைல் அல்லது பூமியின் ஆரத்தைப்போல் 60 மடங்கு உள்ளது. நியூட்டனுடைய விதி உண்மையாக இருந்தால் சந்திரனுள்ள தூரத்தில் வேகவளர்ச்சி $\frac{1}{60^2}$ மடங்கு அதிகமாக இருக்க வேண்டும் அல்லது விநாடிக்கு விநாடி $\frac{32}{60 \times 60} = \frac{1}{112\ 5}$ அடியாக இருக்க வேண்டும். நியூட்டனுடைய விதி பொருந்துகிறது என்பதையே இது காட்டுகிறது.

நியூட்டன் பிரபஞ்சம் முழுவதற்கும் தமது விதியை பிரயோகிக்க முற்பட்டார். வான இயல்கலைக்கு அஸ்திவாரமாக அவ்விதி இருக்கிறது.

எடைகள் வேறுபடுவது எவ்வாறு?

பூமி, முழுமையான கோளமல்ல. அது ஆரஞ்சுப்பழ வடிவில் உள்ளது. துருவங்களில் சற்றுத் தட்டையாக இருக்கும். பூமத்திய ரேகையில் ஆரம் $3963\frac{1}{2}$ மைல்களும், இரு துருவங்களின் ஆரம் 3950 மைல்களும் உள்ளன. இரண்டுக்குமிடையே வேறுபாடு 300ல் ஒரு பங்கு உள்ளது.

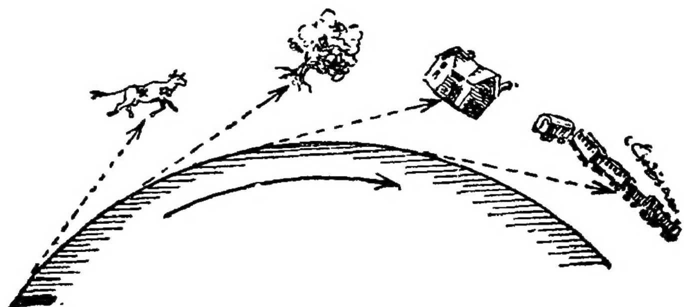
துருவத்தில் இருக்கும் ஒரு பொருள் பூமத்திய ரேகையில் உள்ள பொருளைவிட பூமியின் மையத்துக்கு $13\frac{1}{2}$ மைல் அருகாமையில் உள்ளது. எனவே அது பூமத்திய ரேகையிலுள்ளதைவிட துருவத்தில் சற்று அதிகமான எடையைக் கொண்டுள்ளது. சாதாரண தராசு இந்த வேறுபாட்டைக் காட்டாது. ஏனெனில் எடைக்கற்களும் அதே விகிதத்தில் தம் எடையை இழந்து விடுகின்றன. ஆனால் வில்தராசு இந்த வேறுபாட்டைக் காட்டும். ஏனெனில் வில்லை வெளியே இழுக்கும் உண்மையான சக்தியையே அது அளந்து காட்டுகிறது. பொருள்கள் விழும் வேக விகிதத்திலும் அது புலப்படும். துருவங்களில் அதே பொருளின் மீது செயல்படும் அதிகப்படியான ஆற்றல் உள்ளது; அது அதிகமான வேக வளர்ச்சியை உண்டாக்குகிறது. பூமத்திய ரேகையைவிட துருவங்களில் g அதிகமாக உள்ளது.

ஒரு பொருளின் எடையில் வேறுபாட்டை உண்டாக்கும் வேறு சில அம்சங்களும் உள்ளன. பூமத்திய ரேகையிலுள்ள பொருள்கள் 24 மணியில் 25,000மைல் வேகத்தில் சுழல்கின்றன என்பதை நாம் நினைவில் கொள்ள வேண்டும். இது மணிக்கு 1000 மைல்களுக்கும் சற்று

அதிகமாகும். பூமத்திய ரேகையில் புறமுக விசையும் உள்ளது. இது எடையையும் புவிஈர்ப்பினுல் கீழ் நோக்கி ஏற்படும் வேக வளர்ச்சியையும் மேலும் குறைக்கிறது.

இந்த இரண்டினுடைய விளைவாக பூமத்திய ரேகையில் ஒரு டன் உள்ள எடை துருவங்களில் ஒன்றில் $13\frac{1}{2}$ பவுண்டு அதிகமாக இருக்கும்.

பூமியின் சுழற்சி பூமத்திய ரேகையிலுள்ள பொருள்களின் எடையை சிறிதளவு—சுமார் $\frac{1}{300}$ பங்கு குறைக்கிறது. இப்போதுள்ளதுபோல் இருமடங்கு வேகத்தில்



படம். 18

பூமி சுழன்ருல் எடை இழப்பு இதுபோல் இருமடங்கு அல்ல—நான்கு மடங்கு இருக்கும். 300னுடைய வர்க்க மூலம் 17·3. எனவே பூமி 17 மடங்குக்கு சற்று அதிகமான வேகத்தில் சுழன்ருல் பூமத்திய ரேகையிலுள்ள பொருள்களுக்கு எடையே இராது. அவை பூமியைவிட்டு வானில் பறக்கத் தொடங்கிவிடும். (படம். 19.) இப்போதுள்ளதைவிட அதிக வேகமாக சந்திரன் சுழன்ற போது அதன் வளிமண்டலம் வெளியேற்றப்பட்டது போலவே நமது வளிமண்டலமும் விரைவில் வெளியேற்றப்பட்டுவிடும்.

சந்திரனில் மனிதன்

நமது சந்திரன் உள்பட இதர கோள்களில் வாழ்வது எப்படி இருக்கும் என்று கற்பனை செய்து பார்ப்பது ரசமாக இருக்கும். இதர கோள்களில் நமது எடை எவ்வளவு இருக்கும்? கோள்களுடைய திண்மையும் அளவும் கணக்கிடப்பட்டுள்ளன. எனவே ஒரு பொருள் அவற்றில் என்ன எடை இருக்கும் என்பதை அறிவது சுலபம். உதாரணமாக சந்திரனுடைய பொருண்மை, பூமியினுடையதில் $\frac{1}{81}$ மடங்காகும். இதுவே எடையை பூமியிலுள்ளதைவிட $\frac{1}{81}$ பங்காகக் குறைத்துவிடும். ஆனால் சந்திரனுடைய விட்டம் 2160 மைல்கள்தான். எனவே அதன் மீதுள்ள பொருள்கள் மையத்துக்கு பூமியிலுள்ளதைவிட அருகாமையிலுள்ளன. சந்திரனிலுள்ள பொருள்களைவிட பூமியிலுள்ள பொருள்கள் $\frac{7900}{2160} = 3{\cdot}66$ அல்லது சுமார் $3\frac{2}{3}$ மடங்கு மையத்திலிருந்து அதிக தூரத்திலுள்ளன. இது சந்திரனில் உள்ள பொருள்களின் எடையை $3{\cdot}66^2 = 13{\cdot}4$ மடங்கு அதிகரிக்கும். எனவே சந்திரனில் உண்மையான எடை,

$$\frac{13{\cdot}4}{81} = \frac{1}{6}$$ மடங்குபூமியிலுள்ளதைப்போல்இருக்கும்

12 ஸ்டோன் எடையுள்ள மனிதனை சந்திரனுக்கு அனுப்பினல் அவன் அங்கு 2 ஸ்டோன் எடைதான் இருப்பான். அவன் விஞடிக்கு விஞடி $\frac{32}{6} = 5\frac{1}{3}$ அடி வேக வளர்ச்சியுடன் விழுவான். அவன் 61 அடி உயரத்திலிருந்து விழலாம். ஆயினும் பூமியில் 10 அடி உயரத்திலிருந்து. விழும்போது பெறும் நேர்வேகத்துக்கு மேல் அடையமாட்டான். பூமியில் அவனுல் 15 அடி தாண்ட முடியுமென்றுல் சந்திரனில் 90 அடி அல்லது 30 கெஜம் தாண்ட முடியும்.

சூரியனைப்போல் பெரிய ஒரு கோளை கற்பனை செய்து பார்ப்போம். சூரியன் பூமியைப்போல் 330000 மடங்கு அதிகமான பொருண்மை கொண்டது. அதன் விட்டம் பூமியைப்போல் 109·2 மடங்கு உள்ளது. எனவே எடை $\frac{330000}{109 \cdot 2^2} = 27 \cdot 7$ மடங்கு பூமியிலுள்ளதைவிட அதிகமாக இருக்கும். பூமியில் 11 ஸ்டோன் எடையுள்ள மனிதன் சூரியனில் 277 ஸ்டோன் இருப்பான். அதாவது $1\frac{3}{4}$ டன். அவன் வினடிக்கு வினடி $32 \times 27 \cdot 7 = 886$ அடி வேக வளர்ச்சியுடன் விழுவான். பூமியில் அவன் 15 அடி தாண்டினுல் அங்கு $6\frac{1}{2}$ அங்குலம்தான் தாண்ட முடியும். பூமியில் 55 அடி உயரத்திலிருந்து விழுந்தால் ஏற்படக் கூடிய நாசம் சூரியனில் 2 அடி உயரத்திலிருந்து விழுந் தாலே ஏற்படும்.

சூரியனுடைய கோள்களில் வாழ்வது மிகவும் கடின மாக இருக்கும். எனவே அங்கு உயிர்கள் வாழவே முடி யாது என்று ஒதுக்கிவிடலாம்.



FUN WITH MECHANICS BY HERBERT MCKAY

மீள் திறன் (Elasticity), அழுத்த சக்தி, புவியீர்ப்பு விசை, சடத்துவம், சமநிலையடைதல் ஆகிய சக்திகளே உயிரினம் உட்பட உலகப் பொருட்கள் அனைத்தின் இயக்கத்தையும் கட்டுப்படுத்தும் சக்திகளாக விளங்கி வருகின்றன. அவைகள் எவ்வாறு தொழிற்படுகின்றன? பந்து எம்புவது ஏன்? கிளைடர் எங்ஙனம் பறக்க இயலுகிறது? இரும்பாலான கப்பல் ஏன் மிதக்கிறது? இன்னும் இது போன்ற எண்ணற்ற இயந்திர இயலின் அடிப்படை உண்மைகளை அறிய, எளிய பரிசோதனைகளை உங்கள் வீட்டில் நீங்களே செய்து பார்த்து விளங்கிக் கொள்ள வழி காட்டுகிறது இந் நூல்.

இந்நூலாசிரியர்......

ஹெர்பெர்ட் மெக்கே அறிவியற் கலை சம்பந்தமான பொது நூல்களையும் இயந்திர இயல் குறித்தும் இளைஞர்களுக்கென எளிய நடையில் பல புத்தகங்கள் எழுதிப் புகழ் பெற்றவர் ஆவார்.

ராதா பதிப்பகம்,
சென்னை – 17.

தென் மொழிகள் புத்தக டிரஸ்ட் ஆதரவில் பதிப்பிக்கப்பெற்றது.